

SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH UNTUK MELAYANI DAERAH KECAMATAN MAMBORO KABUPATEN SUMBA TENGAH



**Oleh :
REGINA NGGADAS
08.23.011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
KONSENTRASI TEKNIK SUMBER DAYA AIR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2014**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

KONSENTRASI TEKNIK SUMBER DAYA AIR

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 Malang

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **REGINA NGGADAS**

NIM : **08.23.011**

Program Studi : **TEKNIK SIPIL S-1 KONSENTRASI TEKNIK SDA**

Fakultas : **TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH UNTUK MELAYANI DAERAH KECAMATAN MAMBORO KABUPATEN SUMBA TENGAH”

adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya yang tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, September 2014

Yang membuat pernyataan,

(Regina Nggadas)

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH UNTUK MELAYANI DAERAH KECAMATAN MAMBORO KABUPATEN SUMBA TENGAH

Telah Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu

(S-1) Jurusan Teknik Sipil S-1 Konsentrasi Teknik Sumber Daya Air

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 21 - Agustus - 2014

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

**REGINA NGGADAS
08.23.011**

Disahkan Oleh :

Ketua



Ir. A. Agus Santosa, MT

Sekretaris



Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT

Anggota Penguji :

Penguji I



Dr. Ir. Kustamar, MT

Penguji II



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KONSENTRASI SUMBER DAYA AIR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH
UNTUK MELAYANI DAERAH KECAMATAN MAMBORO
KABUPATEN SUMBA TENGAH**

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun oleh:
REGINA NGGADAS
08.23.011

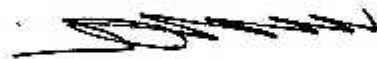
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Hirijanto, MT

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Edi Hargono, D.P., MS

Mengatahui:

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KONSENTRASI SUMBER DAYA AIR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2014**

“Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Untuk Melayani Daerah Kecamatan Mambooro Kabupaten Sumba Tengah”

Oleh : Regina Nggadas. 2014

Dosen Pembimbing 1 Ir. H. Hirijanto, MT. Dosen Pembimbing II Ir. H. Edi Hargono. D. P, MT.

ABSTRAKSI

Dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu kawasan selalu diikuti oleh meningkatnya kebutuhan akan air bersih. Demikian pula dalam perkembangan Kecamatan Mambooro, Desa Wendewa Utara, yang sekarang sedang dalam pemekaran. Penyediaan air bersih di Kecamatan Mambooro, Desa Wendewa Utara masih banyak kekurangan karena jaringan yang eksisting yang ada sudah tidak dapat berfungsi lagi dan masih merupakan hasil swasembada masyarakat yang perlu dikembangkan lagi.

Tujuan dari Studi Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Untuk Melayani Daerah Kecamatan Mambooro, Kabupaten Sumba Tengah ini adalah untuk merencanakan pengembangan jaringan air bersih dari Sumber air Weibubul yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat khususnya di Kecamatan Mambooro, Desa Wendewa Utara.

Pengembangan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Mambooro, Desa Wendewa Utara, dimulai dengan memproyeksikan jumlah penduduk dengan proyeksi 10 tahun yaitu pada tahun 2023 sebanyak 1644 jiwa dengan kebutuhan air sebanyak 2,36 liter/detik pada total kebutuhan jam puncak. Setelah itu, dihitung kecukupan tandon pada pengembangan jaringan distribusi yang ada, untuk memenuhi kebutuhan masyarakat hingga tahun 2023. Kemudian dari kebutuhan air dapat direncanakan sistem jaringan distribusi pengembangan dengan menggunakan bantuan program Watercad untuk menganalisa tekanan pada pipa, dan kehilangan tinggi.

Kata Kunci : Kebutuhan Air Bersih, Pengembangan Jaringan, Watercad.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Identifikasi Masalah.....	2
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Rumusan Masalah.....	3
I.5. Maksud dan Tujuan.....	4
I.6. Gambaran Lokasi Studi.....	7

BAB II LANDASAN TEORI

2.I. Pertumbuhan Jumlah Penduduk.....	8
2.1.1. Metode Geometrik.....	9

2.1.2. Metode Aritmatika.....	10
2.1.3. Metode Eksponensial.....	10
2.2. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi.....	11
2.3. Kebutuhan Air Bersih.....	12
2.3.1. Kebutuhan Air Domestik.....	12
2.3.2. Kebutuhan Air Non Domestik.....	14
2.3.3. Kehilangan aau Kebocoran Air	15
2.3.4. Fluktuasi Kebutuhan Air	16
2.4. Dasar-dasar Hidrolika Perpipaan.....	18
2.4.1. Sistem Pengaliran (Sistem Hidraulika).....	19
2.4.2. Prinsip Sistem Transmisi, Penyimpanan dan Distribusi.....	19
2.4.2.1. Transmisi.....	19
2.4.2.2. Penyimpanan (Reservoir).....	19
2.4.2.2. Distribusi.....	20
2.4.3. Hukum Kontinuitas.....	21
2.4.4. Hukum Bernouli.....	24
2.4.5. Kehilangan Tinggi Tekan (<i>Head Loss</i>).....	27
2.4.5.1. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (<i>Mayor Head Loss</i>).....	27

2.4.5.2. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (<i>Minor Losses</i>).....	30
2.5. Komponen-komponen Pada Sistem Jaringan Air Bersih.....	32
2.5.1. Pipa.....	32
2.5.1.1. Jaringan Pipa Transmisi.....	32
2.5.1.2. Jaringan Pipa Distribusi.....	34
2.5.1.3. Jenis Pipa.....	37
2.5.2. Fasilitas Penunjang.....	41
2.5.2.1. Tandon (Reservoir).....	41
2.5.2.2. Pompa.....	43
2.5.2.3. Sambungan Antar Pipa.....	46
2.6. Analisa Sistem Jaringan Air Bersih dengan Program <i>Watercad v 6.5</i>	47
2.6.1. Deskripsi Program <i>Watercad v6.5</i>	47
2.6.2. Kegunaan dan Kelebihan <i>Watercad v6.5</i>	47
2.6.3. Tahapan dalam Penggunaan <i>Watercad v6.5</i>	49

BAB III METODOLOGI

3.1. Lokasi Studi	56
3.2. Studi Literatur.....	56
3.3. Pengumpulan Data.....	56

3.4. Metode Pengumpulan Data.....	57
3.5. Diagram Alir.....	58

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Jumlah Penduduk.....	60
4.2. Laju Pertumbuhan Penduduk Rata-rata.....	60
4.3. Proyeksi Jumlah Penduduk.....	62
4.3.1. Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Geometrik.....	62
4.3.2. Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Eksponensial.....	64
4.3.3. Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Aritmatik.....	65
4.3.3.1. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk.....	67
4.4. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih.....	68
4.5. Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Bersih.....	69
4.6. Analisa Kapasitas Tandon.....	72
4.7. Proyeksi Kebutuhan pada Tiap <i>Junction</i>	77
4.8. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Tahun 2023.....	78
4.8.1. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Simulasi Watercad v6.5.....	79
4.8.1.1. Analisa Tekanan Tiap Junction.....	80
4.8.1.2. Evaluasi Kondisi Aliran Pada Pipa.....	83

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	86
5.2. Saran.....	87

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk mengakibatkan adanya pertambahan permintaan kebutuhan air. Kekurangan dalam hal kuantitas, kualitas dan kontinuitas air bersih akan mengakibatkan kehidupan menjadi tidak nyaman. Beberapa masalah yang timbul dalam pemenuhan kebutuhan air bersih adalah, sistem pendistribusian air bersih ke daerah tempat tinggal penduduk, jumlah atau ketersediaan sumber air bersih dan cara pengolahan air baku menjadi air bersih agar layak dikonsumsi masyarakat.

Dengan demikian, dibutuhkan suatu jaringan distribusi air bersih yang baik dan efisien. Jumlah atau debit air yang disediakan, tergantung pada jumlah penduduk dan industri yang dilayani, serta perlu diperhitungkan pertumbuhannya dimasa yang akan datang. Dalam perencanaan jaringan pipa, air bersih ditentukan oleh kebutuhan air dan tekanan aliran yang diperlukan.

Di salah satu wilayah Kabupaten Sumba Tengah masih terdapat daerah pelayanan distribusi air bersih yang kurang efektif yaitu di kecamatan Mamboro. Kebutuhan air bersih masyarakat di kabupaten tersebut, sebagian kecil terlayani dengan menggunakan sumur, dan sebagian besar masyarakatnya memanfaatkan distribusi air bersih hasil swasembada masyarakat, yang berasal dari sumber mata air Weibubul. Sumber mata air Weibubul merupakan satu-satunya sumber air

yang diharapkan masyarakat Kecamatan Mambo untuk memenuhi kebutuhan air bersih.

Dalam jaringan distribusi air bersih di Kabupaten Sumba Tengah , banyak sarana pendukung yang kurang diperhatikan kondisi dan jaringan distribusinya, seperti pompa air dan tandon air. Terdapat kerusakan pada alat pompa air karena perbedaan elevasi yang sangat tinggi antara sumber mata air dan reservoir sehingga pompa tidak mampu berfungsi secara maksimal.

Melihat latar belakang tersebut diperlukan adanya upaya peningkatan dan pengembangan kualitas pelayanan air bersih, dari Sumber air Weibubul sehingga masalah-masalah yang berhubungan dengan air bersih dapat teratasi dan dapat berfungsi kembali.

1.2. Identifikasi Masalah

Mata air Weibubul merupakan salah satu sumber air yang berada di Kabupaten Sumba Tengah. Mata air ini digunakan oleh penduduk sekitar untuk mencukupi kebutuhan air baku maupun kebutuhan lainnya. Karena keadaan topografi yang pada umumnya berbukit, menyulitkan proses pendistribusian air bersih ke daerah distribusi. Selain itu letak tandon air yang terlalu berjauhan, menyebabkan pompa air cepat mengalami kerusakan sehingga perlu direncanakan jaringan pipa yang lebih baik agar pompa lebih awet.

Melihat kondisi pelayanan distribusi jaringan air bersih pada Kecamatan Mambo yang kurang efektif, dimana untuk masalah ketersediaan air masih

sangat dibutuhkan pengembangan untuk sistem penyediaan air bersih dalam mengatasi kebutuhan air yang belum merata. Distribusi air bersih di Kecamatan Mambo memerlukan suatu sistem distribusi yang efektif agar dalam penyaluran air bersih dari sumber air ke konsumen menjadi optimal dengan tekanan yang memuaskan serta kualitas yang baik dari mata air Weibubul.

1.3. Rumusan Masalah

Dari hasil identifikasi masalah dan batasan masalah maka permasalahan yang akan dibahas dalam studi adalah :

1. Berapa besarnya proyeksi kebutuhan air bersih untuk daerah layanan kecamatan Mambo?
2. Bagaimana kecukupan tandon pada pengembangan jaringan distribusi yang ada untuk memenuhi kebutuhan masyarakat hingga tahun 2023 ?
3. Bagaimana distribusi tekanan jaringan pipa distribusi pada jam kritis (jam 07.00 dan jam 24.00) ?

1.4. Batasan Masalah

Dengan melihat permasalahan diatas maka batasan masalah yang diambil dalam studi ini adalah :

1. Daerah studi dibatasi Kecamatan Mambo
2. Upaya peningkatan pelayanan dalam memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Mambo, Desa Wendewa Utara.

3. Memproyeksikan kebutuhan air bersih yang didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan air standar pedesaan sampai dengan tahun 2023.
4. Tidak membahas biaya/ekonomi perencanaan.
5. Studi ini tidak membahas analisa kualitas air dan produktivitas pengolahan air.
6. Analisa jaringan perpipaan dilakukan dengan menggunakan paket program *WaterCad 6.5*

1.5. Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi adalah mengkaji pengembangan sistem distribusi air bersih pada Sumber air Weibubul Kecamatan Mambo Kabupaten Sumba Tengah dengan proyeksi pelayanan hingga tahun 2023. Sedangkan tujuannya adalah untuk merencanakan pengembangan jaringan air bersih dari Sumber air Weibubul yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat khususnya di Kecamatan Mambo, Desa Wendewa Utara.

1.6. Gambaran Lokasi Studi

Pulau Sumba terletak di barat daya Propinsi Nusa Tenggara Timur tepatnya berjarak sekitar 96 km di sebelah selatan Pulau Flores, 295 km di sebelah barat daya Pulau Timor dan 1.125 km di sebelah barat laut Darwin Australia.

Kecamatan Mambo Selatan terletak di kabupaten Sumba Tengah propinsi Nusa Tenggara Timur, dengan posisi lintang berada padasecara geografis

berada pada $119^{\circ} 24' 56,26''$ sampai dengan $120^{\circ} 50' 55,29''$ Bujur timur dan $9^{\circ} 20' 38,31''$ sampai dengan $9^{\circ} 50' 38,56''$ Lintang Selatan. Luas Kabupaten Sumba Tengah adalah 1.869,18 km².

Wilayah ini memiliki keunikan meskipun diliputi oleh kegersangan dengan curah hujan yang kurang, akan tetapi memiliki sungai-sungai maupun sumber-sumber mata air yang cukup. Dilihat dari aspek rona fisik tanah, wilayah dengan kemiringan lebih kecil dari 400 meliputi 38% sedangkan wilayah > 400 meliputi 62%. Wilayah dengan ketinggian kurang dari atau sama dengan 500m dari permukaan laut yakni seluas 49 % dan lebih besar dari 500m sebesar 51% dari seluruh luas wilayah di Kabupaten Sumba Tengah.

Batas-batas administrasi Kabupaten Sumba Tengah adalah sebagai berikut:

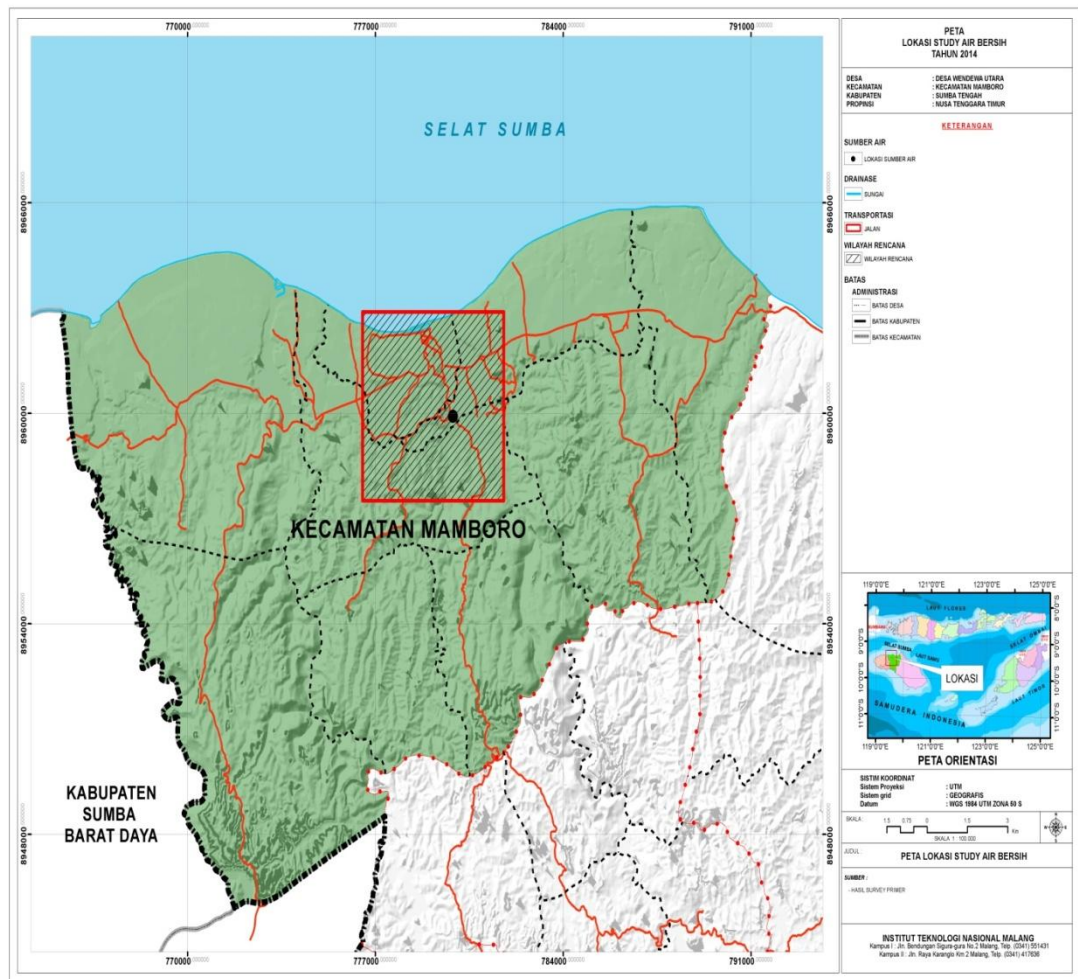
- Sebelah utara : Selat Sumba
- Sebelah selatan : Samudra Indonesia
- Sebelah barat : Kabupaten Sumba Barat
- Sebelah timur : Kabupaten Sumba Timur

Kabupaten Sumba Tengah terbagi atas 5 kecamatan dan 43 desa. 5 kecamatan di Kabupaten Sumba Tengah yaitu :

- Kecamatan Mambo dengan ibukota Mananga.
- Kecamatan Katikutana dengan ibukota Waibakul.
- Kecamatan Umbu Ratu Nggay Barat dengan ibukota Rita.
- Kecamatan Umbu Ratu Nggay dengan ibukota Lendi Wacu.
- Kecamatan Katikutana Selatan.

Batas-batas administrasi Kecamatan Mamboro adalah sebagai berikut:

- Sebelah utara : Kecamatan Katikutan
- Sebelah selatan : Samudra Indonesia
- Sebelah barat : Kabupaten Sumba Barat
- Sebelah timur : Kabupaten Sumba Timur



Gambar 1. Peta Kabupaten Sumba Tengah

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk menghitung tingkat kebutuhan air bersih pada masa mendatang. Berdasarkan Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, proyeksi penduduk harus dilakukan untuk interval 5 tahun selama periode perencanaan. Laju pemakaian air harus diproyeksikan meningkat setiap interval 5 tahun selama periode perencanaan. Peningkatan ini berkaitan dengan peningkatan ekonomi dimana taraf hidup masyarakat diasumsikan meningkat. Selain pedoman atau petunjuk tersebut di atas, pedoman lain yang sering digunakan dalam perencanaan air bersih adalah *Millenium Development Goals* (MDGs).

Millennium Development Goals (MDGs) merupakan paradigma pembangunan global yang mempunyai 8 tujuan dengan 18 sasaran. Sasaran yang berkaitan dengan penyediaan air bersih adalah sasaran ke sepuluh, yaitu penurunan sebesar separuh proporsi penduduk yang tidak memiliki akses terhadap air minum yang aman serta fasilitas sanitasi dasar pada tahun 2015 (UNDP, 2004). Latar belakang sasaran ini adalah masih banyaknya penduduk dunia yang masih belum mempunyai akses terhadap air bersih.

Adapun metode-metode proyeksi penduduk yang sering digunakan dalam proyeksi jumlah penduduk antara lain. Metode Geometrik, Metode Aritmatik, dan Metode Eksponensial.

2.1.1. Metode Geometrik

Persamaan yang digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk dengan metode Geometrik ialah (Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, 2002) :

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk setelah tahun ke-n (jiwa)

P_o = jumlah penduduk saat ini (jiwa)

r = angka pertumbuhan penduduk per tahun (%)

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

2.1.2. Metode Aritmatika

Prediksi jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada angka pertambahan penduduk per tahun. Rumusan yang digunakan adalah (Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, 2002) :

$$P_n = P_o (1 + r.n) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk setelah tahun ke-n (jiwa)

P_o = jumlah penduduk saat ini (jiwa)

r = angka pertumbuhan penduduk per tahun (%)

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

2.1.3. Metode Eksponensial

Perkiraan jumlah penduduk berdasarkan metode Eksponensial dapat didekati dengan persamaan berikut (Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, 2002) :

$$P_n = P_o e^{r.n} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk setelah tahun ke-n (jiwa)

P_o = jumlah penduduk saat ini (jiwa)

r = angka pertumbuhan penduduk per tahun (%)

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

e = bilangan logaritma natural (2,7182818)

2.2. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Pemilihan metode proyeksi pertumbuhan penduduk di atas berdasarkan cara pengujian statistik yakni berdasarkan pada nilai-nilai koefisien korelasi. Menurut Dayan dalam Suwardjoko (1980), rumusan untuk menentukan besarnya koefisien korelasi adalah sebagai berikut :

Koefisien korelasi :

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)^{0.5} - \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}^{0.5}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan :

r = koefisien korelasi

n = jumlah data

X = jumlah penduduk setiap tahun dari tahun dasar

Y = jumlah penduduk tiap tahun hasil proyeksi

Nilai r merupakan nilai yang mendekati +1. Jika r = 0 atau mendekati harga 0, maka hubungan antara kedua perubah sangat lemah atau tidak terdapat hubungan sama sekali. Jika r = 1 atau mendekati 1, maka korelasi antara dua perubah dikatakan positif dan sangat kuat.

2.3. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah jumlah air yang diperlukan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air, meliputi sosial, perkantoran, pendidikan, niaga, fasilitas peribadatan dan sebagainya (non domestik). Beberapa faktor dominan yang mempengaruhi kebutuhan akan air bersih yakni : musim, ukuran kota, kondisi sosial ekonomi dan jenis penggunaan air pada daerah layanan.

Pada musim kemarau, kebutuhan akan air lebih banyak oleh karena meningkatnya suhu udara. Ukuran kota berhubungan erat dengan kebiasaan hidup dan tingkat ekonomi yang tentunya berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kebutuhan akan air bersih. Daerah perdagangan, daerah industry dan daerah lainnya mempunyai kecenderungan yang berbeda dalam penggunaan air bersih.

Pada umumnya, penyediaan atau pelayanan air bersih dibedakan berdasarkan jenis kebutuhan :

2.3.1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum. Penggunaan air bersih oleh konsumen rumah tangga tidak hanya terbatas untuk memasak dan mandi saja, namun juga untuk hampir setiap aktivitas yang memerlukan air.

Tingkat kebutuhan air bersih untuk keperluan domestic antara satu wilayah dengan wilayah yang lain berbeda. Semakin besar suatu wilayah maka

tingkat kebutuhan air bersihnya juga semakin modern suatu masyarakat maka tingkat penggunaan airnya juga akan semakin besar.

1. Tingkat kebutuhan air bersih untuk tipe sambungan rumah dapat dilihat pada Tabel 2.1. sedangkan jumlah jiwa untuk sambungan rumah adalah :
 - a. 5 orang untuk kota metro dan kota besar
 - b. 6 orang untuk kota sedang dan kecil
 - c. 10 orang untuk desa
2. Hidran umum merupakan bentuk pelayanan umum dimana tingkat kebutuhan air baku adalah 30 liter/orang/hari untuk kota kecil, sedang, besar dan metropolitan. Jumlah jiwa untuk 1 HU adalah 50-100 orang baik untuk kota kecil, kota besar maupun kota sedang.

Tabel 2.1 Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Domestik

No	Uraian/ Kriteria	Kategori			
		Metro (> 1Juta jiwa)	Besar (500-1jt) jiwa	Sedang (100-500) jiwa	Kecil (20-100) jiwa
1	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90
		Perpipaan 60	Perpipaan 60	Perpipaan 60	Perpipaan 50
		BJP 30	BJP 30	BJP 30	BJP 30
2	Konsumen SR (l/o/h)	190	170	150	130
3	Konsumen HU (l/o/h)	30	30	30	30
4	Jumlah Jiwa/ SR	5	5	6	6
5	Jumlah Jiwa/ HU	100	100	100	(100-200)
6	SR : HU (%)	50:50 80:20 s/d	50:50 80:20 s/d	80:20	70:30
7	Kehilangan air (%)	(20-30)	(20-30)	(15-20)	(15-20)
8	Faktor max day	1,1	1,1	1,1	1,1
9	Faktor peak hour	1,5	1,5	1,5	1,5
10	Jam operasi	24	24	24	24

Sumber : Juknis SPAM Kimpraswil 1998

2.3.2. Kebutuhan Air Non Domestik

Selain memenuhi kebutuhan domestik, perusahaan air minum biasanya juga melayani kebutuhan non domestik. Kebutuhan non domestik ini adalah kebutuhan air bersih selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air bersih untuk perkantoran, perdagangan dan industri serta fasilitas sosial seperti tempat ibadah, sekolah, hotel, rumah sakit, militer serta pelayanan jasa umum lainnya.

Tabel 2.2 Klasifikasi Kebutuhan Air Non Domestik

Parameter Kebutuhan Non Domestik	Kota Metro	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil
1. Industri (ltr/dtk/ha)		40 % dari Kebutuhan Domestik	30 % dari Kebutuhan Domestik	25% dari KEButuhan Domestik
- Berat	0.50 – 1.00			
- Sedang	0.25– 0.50			
- Ringan	0.15 – 0.25			
2. Komersil (ltr/dtk/ha)				
- Pasar (ltr/dtk)	0.1 – 1.00			
- Bioskop (lrr/kmr/hr)	15			
- Hotel (lt/kmr/hr)				
➤ Lokal	400			
➤ Internasional	1000			
3. Social dan Institusi :		40 % dari Kebutuhan Domestik	30 % dari Kebutuhan Domestik	25% dari KEButuhan Domestik
- Universitas(lt/sws/hr)	20			
- Sekolah (lt/siswa/hr)	15			
- Mesjid (m ³ /hr/unit)	1-2			
- RS (lt/tmpat tidur/hr)				
➤ <100 tempat tidur	340			
➤ >100 tempat tidur	400-450			
- Puskesmas(m ³ /hr/unit)	1-2			
- Kantor (lt/det/hr)	0.01			
- Militer (m ³ /hr/unit)	10			
- Klinik kesehatan (lt/org/unit)	135			
4. Fasilitas Pendukung Kota		40 % dari Kebutuhan Domestik	30 % dari Kebutuhan Domestik	25% dari KEButuhan Domestik
- Taman (lt/m ² /hr)	14			
- Road Watering(lt/m ² /hr)	1.0 – 1.5			
- Sewer system/air kotor (lt/kapita/hr)	4.5			

5. Fasilitas transportasi :				
Yang Ada fasilitas Km				
Mandi (lt/kapita/hari) :				
- Stasiun Menengah	45			
- Stasiun Penghubung dan Mnengah	70			
- Terminal	45			
- Bandar Udara Lokal/Internasional	70			
Yang Tidak Ada Fasilitas Km.mandi (litr/kapita/hr) :				
- Stasiun Menengah	23			
- Stasiun Penghubung dan Mnengah	45			
- Terminal	45			
- Bandar Udara Lokal/Internasional	70			

Sumber : Pedoman Kontruksi dan Bangunan, Departemen PU

2.3.3. Kehilangan atau Kebocoran Air

Secara umum, kehilangan air atau kebocoran yang terjadi pada suatu system jaringan distribusi air bersih dapat dibedakan menjadi dua faktor yaitu :

1. Kehilangan air akibat faktor teknis
 - a) Adanya lubang atau celah pada pipa dan sambungannya
 - b) Pipa pada jaringan distribusi pecah
 - c) Meter yang dipasang pada pipa konsumen kurang baik
 - d) Pemasangan pipa di rumah konsumen yang kurang baik
2. Kehilangan air akibat faktor non teknis
 - a) Kesalahan membaca meter air
 - b) Kesalahan pencatatan hasil pembacaan meter air
 - c) Kesalahan pemindahan atau pembuatan rekening air

- d) Angka yang ditunjukkan oleh meter air berkurang akibat adanya aliran udara dari pipa distribusi ke rumah konsumen melalui meter air tersebut.

Kebocoran atau kehilangan air perlu dipertimbangkan dalam proyeksi kebutuhan air agar tidak mengurangi alokasi yang diperhitungkan. Kebocoran atau kehilangan air adalah 20 – 40 % dari kebutuhan domestik + kebutuhan non domestik. Kebocoran juga dapat diperhitungkan terhadap air yang dijual dibandingkan dengan air yang diproduksi.

2.3.4. Fluktuasi Kebutuhan Air

Besarnya pemakaian air oleh masyarakat pada system jaringan distribusi air bersih tidak berlangsung konstan tetapi terjadi fluktuasi antara jam yang satu dengan jam yang lain, begitu pula dengan hari yang satu dengan hari yang lain. Pada saat-saat tertentu terjadi peningkatan aktivitas penggunaan air sehingga memerlukan pemenuhan kebutuhan air bersih lebih banyak dari kondisi normal, sementara pada saat-saat tertentu juga tidak terdapat aktivitas yang memerlukan air. Fluktuasi yang terjadi tergantung pada suatu aktivitas penggunaan air dalam keseharian masyarakat. Adapun kriteria tingkat kebutuhan air pada masyarakat dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Kebutuhan air rata-rata, yaitu penjumlahan kebutuhan total (domestik + non domestik) ditambah dengan kehilangan air
2. Kebutuhan harian maksimum, yaitu kebutuhan tertinggi pada hari tertentu selama satu tahun. Kebutuhan harian maksimum = kebutuhan air

rata-rata x faktor harian maksimum. Faktor harian maksimum yaitu faktor dari debit terbesar yang mengalir dalam 1 hari selama 1 tahun. Kebutuhan air harian maksimum digunakan untuk merencanakan reservoir.

3. Kebutuhan air pada jam puncak, yaitu pemakaian air tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode satu hari. Faktor fluktuasi sangat mempengaruhi besarnya dimensi pipa distribusi dalam sistem distribusi. Jam maksimum pada setiap kota selalu berbeda tergantung pada pola konsumsi masyarakatnya. Apabila suatu wilayah didominasi oleh pemukiman, maka faktorjam puncak akan semakin besar.

Berdasarkan variasi perubahan pemakaian air oleh konsumen dari waktu ke waktu secara periodic (fluktuasi), dapat ditentukan standart perencanaan yaitu berupa perkiraan faktor jam puncak dan harian maksimum sehingga dapat mengoptimalkan produksi air dan peningkatan pelayanan.

Menurut Dirjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, besarnya faktor jam pencak adalah 1.56, sedangkan faktor harian maksimum adalah 1.15. Angka ini adalah berupa kriteria perencanaan yang dimaksudkan untuk mempermudah dalam merencanakan jaringan distribusi air bersih yang diperoleh dari pendekatan empiris.

2.4. Dasar-Dasar Hidraulika Perpipaan

2.4.1. Sistem pengaliran (Sistem Hidraulika)

Dalam suatu sistem jaringan air bersih, terdapat tiga macam sistem pengaliran atau sistem hiraulika yakni :

1. Sistem pengaliran gravitasi

Sistem ini digunakan apabila elevasi sumber air baku atau pengolahan berada jauh diatas elevasi daerah pelayanan dan sistem ini dapat memberikan energi potensial yang cukup tinggi pada daerah pelayanan terjauh.

2. Sistem pengaliran dengan pompa

Sistem pompa merupakan sistem pengaliran dengan memompakan air ke dalam jaringan distribusi. Sistem ini digunakan apabila elevasi antara sumber air atau Instlasi Pengolahan Air terhadap reservoir distribusi tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.

3. Sistem pengaliran kombinasi

Sistem ini menggunakan kombinasi antara sistem gravitasi dengan sistem pemompaan. Kombinasi yang lazim digunakan adalah sistem pemompaan untuk menaikkan air pada elevasi tertentu dimana ada reservoir atau ground reservoir untuk menampung air dalam jumlah tertentu untuk kemudian didistribusikan secara gravitasi ke daerah layanan.

2.4.2. Prinsip Sistem Transmisi, Penyimpanan dan Distribusi

Sistem yang menghubungkan sumber air dengan konsumen terdiri dari :

2.4.2.1. Transmisi

Setelah dilakukan diinfeksi baik pada sumber maupun pada instalasi pengolahan air (IPA), air disalurkan ke reservoir pembagi yang kemudian menuju daerah distribusi atau pelanggan dengan cara melalui pipa transmisi. Sistem perpipaan ini mempunyai satu tujuan, yakni menyalurkan air dari bak penampung hasil pengolahan air menuju ke reservoir baik berbentuk ground reservoir atau berbentuk menara air.

Jika elevasi sumber air terletak diatas elevasi daerah distribusi, maka air dialirkan secara gravitasi. Sebaliknya, jika elevasi sumber air terletak dibawah daerah distribusi maka diperlukan sistem pemompaan.

2.4.2.2. Penyimpanan Air (Reservoir)

Air tidak selalu dipakai pada tingkatan yang tetap setiap hari, tetapi berfluktuasi. Pada saat-saat tertentu pemakaian air meningkat, lebih banyak dari kondisi normal tetapi juga ada saat dimana pemakaian air dibawah kondisi normal. Dengan pemakaian air yang berfluktuasi ini diperlukan reservoir. Adapun fungsi reservoir adalah sebagai berikut :

1. Menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air yang berfluktuasi selama 24 jam. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian, maka untuk sementara kelebihan air disimpan dalam reservoir dan digunakan kembali untuk memenuhi

kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air.

2. Agar tekanan air pada jaringan pipa distribusi relative stabil. Pada saat tekanan air pada jaringan pipa distribusi berkurang dan tekanan air ini akan naik kembali saat pemakaian air. Dengan menggunakan reservoir, maka dapat dihitung sedemikian rupa sehingga tekanan air maksimum dan minimum pada jaringan pipa distribusi masih memenuhi syarat. Dengan perhitungan ini maka dapat ditetapkan lokasi dan ketinggian reservoir terhadap daerah distribusi.
3. Sebagai tempat persediaan air pada keadaan darurat, yaitu saat terjadi kebakaran, pipa transmisi sedang diperbaiki.
4. Sebagai tempat pencampuran air dengan larutan kimia terutama disinfektan, sehingga pencampuran lebih merata. Disamping itu, dengan pencampuran lebih lama diharapkan sisa khlor yang berlebihan dapat dikurangi.
5. Sebagai tempat pengendapan pasir atau kotoran lain, yang mungkin masih terbawa air dari instalasi pengolahan atau dari sumur dalam.

2.4.2.3. Distribusi

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem penyediaan air bersih yang menyalurkan air ke konsumen. Sistem distribusi terdiri dari 2 bagian yaitu :

1. Pipa induk, untuk menyalurkan air ke seluruh daerah distribusi. Pipa induk terbagi menjadi 3 yaitu pipa primer, sekunder dan tersier. Pipa

primer menyalurkan air dari pipa distribusi ke bagian besar pada daerah pelayanan; pipa sekunder menyalurkan air ke daerah yang lebih kecil ; pipa tersier adalah pipa-pipa yang menyalurkan air ke rumah atau pelanggan. Besar ukuran pipa tergantung pada jumlah banyaknya kebutuhan air pada daerah distribusi

2. Pipa dinas adalah untuk membagi air kepada pelanggan.

2.4.3. Hukum Kontinuitas

Air yang mengalir sepanjang pipa yang mempunyai luas penampang $A \text{ m}^2$ dan kecepatan $V \text{ m/det}$ selalu memiliki debit yang sama pada setiap penampangnya. Dengan kata lain, pada suatu aliran air di dalam pipa, jumlah air yang masuk sama dengan jumlah air yang keluar. Contoh berikut akan memberikan penjelasan tentang uraian tersebut.

1. Pipa tunggal dengan diameter tetap

Tidak ada air yang masuk dan keluar dari sistem kecuali melalui potongan 1 – 1 dan 2 – 2, maka jumlah air yang masuk melalui potongan 1– 1 (Q_1) harus sama dengan jumlah air yang keluar melalui potongan 2-2 (Q_2) atau $Q_1 = Q_2$, sehingga berlaku hukum kontinuitas :

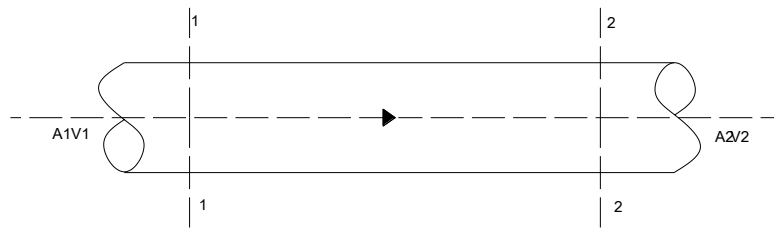
$$Q_1 = Q_2 \text{ atau } A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan :

Q_1, Q_2 = debit pada penampang 1 dan 2 (m^3/det)

A_1, A_2 = luas penampang pada potongan 1 dan 2 (m^2)

V_1, V_2 = kecepatan pada potongan 1 dan 2 (m/det)



Gambar 2.1. Aliran dalam pipa diameter tetap

2. Pipa tunggal berubah diameter

Jika tidak ada air yang masuk atau keluar dari sistem tersebut, kecuali melalui potongan 1 – 1 dan 2 – 2, maka :

$$Q_1 = Q_2 \text{ atau } A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan rumus :

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

A_1 tidak sama dengan A_2 dan V_1 tidak sama dengan V_2

Sehingga :

$$V_1 = \frac{A_2 \times V_2}{A_1} ; \quad V_2 = \frac{A_1 \times V_1}{A_2}$$

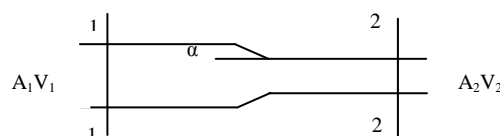
Dengan :

Q_1, Q_2 = debit pada penampang 1 dan 2 (m^3/det)

A_1, A_2 = luas penampang pada potongan 1 dan 2 (m^2)

V_1, V_2 = kecepatan pada potongan 1 dan 2 (m/det)

α = sudut belokan (tabel 2.5)



Gambar 2.2. Aliran dalam pipa tunggal berubah diameter

3. Pipa bercabang dua

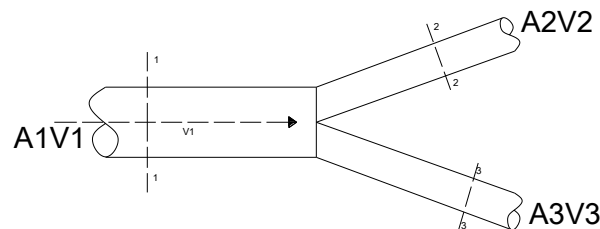
Pipa aliran percabangan pipa juga berlaku hukum kontinuitas dimana debit yang masuk pada suatu pipa sama dengan debit yang keluar pipa. Tidak ada air yang masuk atau keluar dari sistem kecuali melalui potongan 1 – 1, 2 – 2, dan 3 – 3, maka berlaku hukum kontinuitas :

$$\text{Rumus : } Q_1 = Q_2 + Q_3 \text{ atau } A_1 \times V_1 = (A_2 \times V_2) + (A_3 \times V_3) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan :

Q_1, Q_2, Q_3 = debit yang mengalir pada penampang 1, 2 dan 3
(m^3/det)

V_1, V_2, V_3 = kecepatan pada penampang 1, 2, dan 3 (m/det)



Gambar 2.3. Aliran dalam pipa bercabang dua

2.4.4. Hukum Bernaoulli

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energy lebih besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. Aliran tersebut memiliki tiga macam energy yang bekerja di dalamnya yaitu :

1. Energi ketinggian (h), dengan :

h = ketinggian titik tersebut dari garis referensi yang ditinjau (m)

2. Energi kecepatan = $\frac{v^2}{2g}$, dengan :

v = kecepatan (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

3. Energi tekanan = $\frac{p}{\gamma_w}$, dengan :

p = tekanan (kg/m²)

γ_w = berat jenis air (kg/m³)

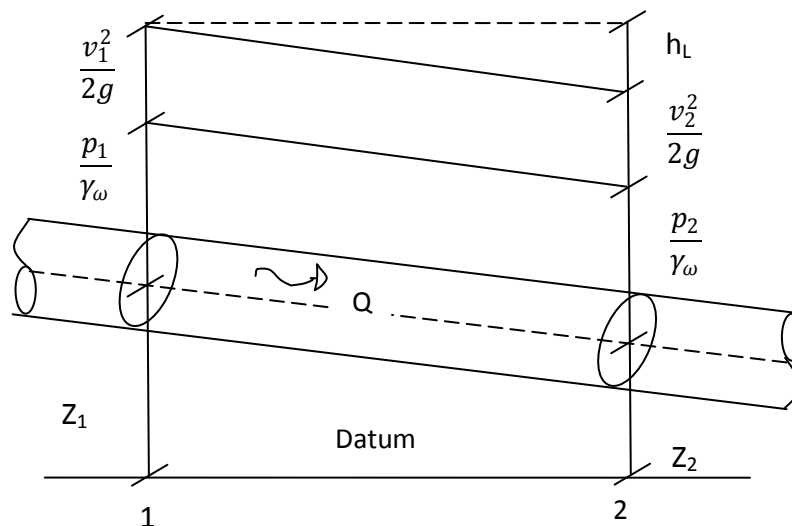
Persamaan Bernoulli menghubungkan antara tekanan, kecepatan, dan elevasi. Persamaan Bernoulli digunakan dalam perhitungan aliran fluida dengan menganggap fluida ideal dan fluida riil. Zat cair ideal (*invisid*) menganggap tidak ada gesekan baik antara partikel zat cair maupun antara zat cair dan dinding batas. Pada aliran zat cair ideal, garis tenaga mempunyai tinggi tetap yang menunjukkan jumlah dari tinggi elevasi, tinggi tekanan, dan tinggi kecepatan. Garis tekanan menunjukkan jumlah dari tinggi elevasi dan tinggi tekanan yang bisa naik atau turun pada arah aliran dan tergantung pada luas tampang aliran. dengan demikian garis tenaga pada aliran zat cair ideal adalah konstan. Untuk zat cair riil

(viskos) terjadi kehilangan tenaga karena adanya gesekan antara zat cair dan dinding batas atau karena adanya perubahan tampang lintang aliran. Kehilangan tenaga dinyatakan dalam tinggi zat cair. Karena adanya kehilangan tenaga akibat gesekan maka garis tenaga akan selalu menurun kea rah aliran (Triadmodjo, 1993). Persamaan Bernoulli antara dua tampang aliran adalah :

E_{Tot} = Energi ketinggian + Energi kecepatan + Energi tekanan

$$E_{Tot} = h + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma_w} \dots \dots \dots (2.8)$$

Persamaan tersebut dapat dijelaskan dengan gambar 2.4 di bawah ini :



Gambar 2.4. Gradien Hidrolika

Hukum kekekalan Bernoulli pada gambar di atas dapat ditulis sebagai berikut :

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_w} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_w} \dots\dots\dots(2.9)$$

Bila pada persamaan kekekalan energi diperhitungkan kehilangan tinggi tekan, maka persamaan Bernoulli menjadi :

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_w} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_w} + H_L \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan :

$$\frac{p_1}{\gamma_w}, \frac{p_2}{\gamma_w} = \text{tinggi tekan di titik 1 dan 2 (m)}$$

$$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g} = \text{tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)}$$

$$p_1, p_2 = \text{tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m}^2\text{)}$$

$$\gamma_w = \text{berat jenis air (kg/m}^3\text{)}$$

$$V_1, V_2 = \text{kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/det)}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi (m/det}^2\text{)}$$

$$Z_1, Z_2 = \text{tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)}$$

$$H_L = \text{kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)}$$

Pada gambar di atas, terlihat garis yang menunjukkan besarnya tinggi tekan air pada titik tinjauan yang dinamakan garis gradien hidrolis atau garis kemiringan hidrolis. Jarak vertikal antara pipa dengan gradien hidrolis menunjukkan tekanan yang terjadi dalam pipa. Perbedaan ketinggian antara titik 1 dan 2 merupakan energi yang terjadi sepanjang penampang 1 dan 2.

2.4.5. Kehilangan Tinggi Tekan (*Head Loss*)

Kehilangan tinggi tekan dalam pipa dapat dibedakan menjadi kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*) dan kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*).

2.4.5.1. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Mayor Head Loss*)

Fluida yang mengalir di dalam pipa akan mengalami tegangan geser dan gradien kecepatan pada seluruh medan karena adanya kekentalan. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran (Triatmodjo, 1996). Tegangan geser yang terjadi pada dinding pipa merupakan penyebab utama menurunkan garis energi pada suatu aliran (*major losses*) selain bergantung juga pada jenis pipa.

Persamaan yang sering digunakan untuk menentukan kehilangan tinggi energi adalah persamaan Henry Darcy dan Julius Weisbach. Formulanya adalah :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan :

h_f = kehilangan tinggi akibat gesekan (m)

f = koefisien gesekan

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

V = kecepatan rerata (m/dt)

g = percepatan gravitasi (m/dt²)

Yang dimaksud dengan koefisien gesekan (f) yakni koefisien yang nilainya tergantung dari kekasaran pipa yang digunakan dalam temperatur air.

Dengan bertambah kasarnya pipa, maka nilai koefisien gesekan pipa pun semakin besar. Sedangkan makin tinggi temperatur air maka makin kecil pula koefisien gesekan pipa. Nilai koefisien kekasaran pipa dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai Koefisien Kekasaran Pipa menurut Darcy Weisbach

No	Jenis Pipa	Koefisien Gesekan Darcy (f)
1	PVC	0.02 – 0.03
2	Asbes	0.03 – 0.04
3	Lapisan semen	0.04 – 0.05
4	Pipa baja galvanis	0.05 – 0.06
5	Baja (steel)	0.06 – 0.07
6	Pipa besi (castiron)	0.07 – 0.08

Sumber : nilai koefisien gesekan Darcy-Weisbach dicantumkan dalam program WaterCad

Formula lain yang juga sering digunakan untuk menentukan kehilangan tekanan akibat gesekan air dengan dinding pipa adalah formula Hazen Williams.

$$H_L = \left[\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,86} \times L \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan :

- HL = kehilangan tinggi tekan (m)
- Q = debit aliran dalam pipa (m³/dtk)
- D = diameter pipa (m)
- L = panjang pipa (m)
- C = koefisien gesekan Hazen Williams

Nilai koefisien gesekan Hazen Williams dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.4. Koefisien Gesekan Hazen Williams (C_{hw})

No	Jenis Pipa	Nilai Koefisien Hazen-Williams (C_{hw})
1	Semen Asbes	140
2	Kuningan	135
3	Batu Bata	100
4	Besi Cor	130
5	Beton/ Beton Berlapis :	
	- Baja	140
	- Kayu	120
	- Cetak dengan adonan berputar	135
6	Tembaga	135
7	Besi Galvanis	120
8	Kaca	140
9	Timah	135
10	Plastik	150
11	Baja :	
	- Berlapis aspal cair	148
	- Lapisan baru	145
	- Baja dikeling	110
12	Kayu	120

Sumber : Headstad, *WaterCad User's Guide 2001*

2.4.5.2 Kehilangan Tinggi Tekan Minor (Minor Losses)

Faktor lain yang juga ikut menambah besarnya kehilangan tinggi tekan pada suatu aliran adalah kehilangan tinggi tekan minor. Kehilangan tinggi tekan minor ini disebabkan oleh adanya perubahan mendadak dari ukuran penampang pipa yang menyebabkan turbulensi, belokan-belokan, adanya katup dan berbagai jenis sambungan (Heastad dalam WaterCad user's guide, 2001). Untuk pipa-pipa yang panjang atau $L/D > 1000$, kehilangan tinggi tekan minor dapat diabaikan karena nilainya tidak signifikan terhadap kehilangan energi utama. Selain itu faktor pekerjaan manusia (man work) kadang amat berpengaruh terhadap nilai kehilangan tinggi tekan minor, terutama untuk berbagai macam sambungan (Triatmodjo)

Adapun persamaan umum untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan minor ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$h_{Lm} = k \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan :

h_{Lm} = kehilangan tinggi tekan minor (m)

k = koefisien kehilangan tinggi tekan minor (Tabel 2.5)

V = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/dtk)

G = percepatan gravitasi (m/dtk²)

Besarnya nilai koefisien k sangat beragam, tergantung dari bentuk fisik penyempitan, pelebaran, belokan, katup dan sambungan dari pipa.

Tabel 2.5 Koefisien Minor Losses Menurut Jenis Perubahan Bentuk Pipa

Perubahan Bentuk Pipa	K	Perubahan Bentuk Pipa	k
Awal masuk pipa		Belokan halus 90°	
Bell mouth	0,30 – 0,05	Radius Belokan/D = 4	0,16 – 0,18
Rounded	0,12 – 0,25	Radius Belokan/D = 2	0,19 – 0,25
Shard edge	0,50	Radius Belokan/D = 1	0,35 – 0,40
Projecting	0,80		
Pengecilan mendadak		Belokan tiba-tiba (mitered)	0,05
$D_2/D_1 = 0,80$	0,18	$\Delta = 15^\circ$	0,10
$D_2/D_1 = 0,50$	0,37	$\Delta = 30^\circ$	0,20
$D_2/D_1 = 0,20$	0,49	$\Delta = 45^\circ$	0,35
Pengecilan mengerucut		$\Delta = 60^\circ$	0,80
$D_2/D_1 = 0,80$	0,05	$\Delta = 90^\circ$	
$D_2/D_1 = 0,50$	0,07		
$D_2/D_1 = 0,20$	0,08	T (Tee)	
Pembesaran mendadak		Aliran searah	0,30 – 0,40
$D_2/D_1 = 0,80$	0,16	Aliran bercabang	0,75 – 0,18
$D_2/D_1 = 0,50$	0,57	Persilangan	
$D_2/D_1 = 0,20$	0,92	Aliran searah	0,50
Pembesaran mengerucut		Aliran bercabang	0,75
$D_2/D_1 = 0,80$	0,03	45° Wye	
$D_2/D_1 = 0,50$	0,08	Aliran searah	0,30
$D_2/D_1 = 0,20$	0,13	Aliran bercang	0,50

Sumber : *Heastad, WaterCad User's Guide 2001: 293*

2.5. Komponen-Komponen Pada Sistem Jaringan Air Bersih

Komponen-komponen yang ada dalam suatu rangkaian sistem jaringan air bersih yang terdiri dari pipa dan sambungannya, katup, pompa dan tandon (reservoir) dimana semuanya bekerja dengan baik. Jika salah satu dari komponen tersebut tidak berfungsi, maka dampaknya adalah berkurangnya bahkan terhentinya kinerja dan efisiensi dari sistem tersebut.

Komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut :

2.5.1. Pipa

2.5.2.1. Jaringan Pipa Transmisi

Jaringan transmisi adalah merupakan jaringan pipa yang dipergunakan untuk mengalirkan air dari bangunan penyadap ke bangunan pengolahan langsung ke reservoir (tandon). Dalam perencanaan pipa transmisi, yang perlu diperhatikan adalah jalur yang dilalui pipa keadaan topografi, rintangan, dan pemilihan jalur terpendek. Guna menjamin kelancaran aliran di jaringan pipa transmisi perlu di pasang perlengkapan operasional sebagai berikut :

❖ Katup (Valve)

Aliran air yang baik didalam pipa sangat ditunjang oleh katup yang bekerja pada sambungan antar pipa. Berbagai jenis katup memiliki fungsi yang berbeda yang penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lapangan agar suatu rangkaian pipa berfungsi dengan baik. Beberapa macam katup dalam rangkaian jaringan pipa adalah (*Haested, 2001: 277*) :

a. Flow Control Valve (FCV)

Digunakan untuk membatasi aliran pada nilai tertentu yang melalui katup ari hulu ke hilir. Hal ini dimaksudkan untuk membatasi permintaan maksimum pada suatu titik agar tidak mempengaruhi kinerja dan kapasitas sistem.

b. Pressure Reducer Valve (PRV)

Digunakan untuk menanggulangi tekanan yang terlalu besar di hilir katup dari nilai yang ditetapkan agar tidak merusak sistem. Jika tekanan naik hingga melebihi nilai batas, maka PRV akan menutup dan akan terbuka penuh apabila tekanan di hulu lebih rendah dari nilai yang ditetapkan pada katup itu.

c. Pressure Sustaining Valve (PSV)

Digunakan untuk menanggulangi penurunan secara drastis pada tekanan hulu dari nilai yang telah ditetapkan. Jika tekanan di hulu lebih rendah dari batas minimumnya, maka katup akan menutup.

d. Pressure Breaker Valve (PBV)

Digunakan untuk memberikan tekanan tambahan pada tekanan yang menurun di katup. Disamping itu, katup jenis ini juga dapat memberikan tambahan tekanan pada aliran yang berbalik arah (karena tekanan di hilir lebih tinggi dari tekanan di hulu) sehingga tekanan di hilir lebih rendah dari tekanan di hulu.

e. Throttle Control Valve (TCV)

Katup jenis ini digunakan untuk mengontrol minor losses yang berubah setiap waktu.

2.5.2.2. Jaringan Pipa Distribusi

Jaringan pipa distribusi adalah jaringan pipa yang menghantarkan air bersih dari reservoir (tandon) menuju daerah pelayanan (rumah konsumen) dengan tekanan air yang cukup sesuai yang diperlukan konsumen. Perencanaan suatu sistem distribusi air menurut adanya peta detail dari wilayah bersangkutan, yang memuat garis-garis kontur serta jaringan jalan. Jaringan pipa distribusi mempunyai beberapa kriteria perencanaan yaitu :

1. Jumlah penduduk dan sosial ekonomi

Keadaan penduduk suatu daerah perencanaan, baik jumlah, pendapatan dan perkembangannya akan menentukan presentase pelayanan dan jumlah pemakaian rata-rata yang nantinya akan menentukan jumlah dan ukuran pipa terpasang.

2. Topografi

Pada keadaan topografi yang berbukit-bukit, tidak mungkin menyediakan distribusi air dengan tekanan yang cukup tinggi untuk pelanggan yang berada pada zona yang lebih tinggi.

3. Pemilihan jalur pipa

Pemilihan jalur pipa dimaksudkan untuk :

- a) Mempermudah pemasangan sambungan rumah (house connection)
- b) Mempermudah pelaksanaan instalasi pipa
- c) Mempermudah petugas dalam pemeriksaan kondisi pipa dan perlengkapan pipa yang terpasang
- d) Meminimalkan rintangan yang mungkin ada

Sedangkan sistem jaringan pipa distribusinya pada dasarnya terdapat beberapa cara atau metode antara lain :

1. Distribusi Model Lingkaran (Loop)

Merupakan sistem yang mempunyai lebih dari satu arah pengaliran, dimana tidak terdapat titik mati. Pada sistem melingkar ini, pipa-pipa membentuk lingkaran yang dihubungkan satu dengan yang lainnya sehingga membentuk suatu jaringan melingkar.

❖ Keuntungannya :

- a) Bila ada kerusakan, misalnya pipa pecah di suatu tempat, maka kerusakan tersebut di lokalisir dan hanya sebagian kecil dari daerah distribusi yang terganggu
- b) Tidak ada kotoran yang mengendap sehingga tak diperlukan konstruksi pembuang lumpur
- c) Tekanan air dapat dikatakan merata sehingga distribusi air minum dapat merata pula

❖ Kerugiannya :

- a) Pipa harus melingkar, jadi akan panjang dan diameternya pun harus besar
- b) Tekanan dalam pipa rendah. Tekanan rendah antara lain kurang memuaskan untuk pemadaman kebakaran
- c) Bila terjadi kebakaran di suatu tempat, maka air tidak dapat “dikerahkan” ke kran kebakaran yang letaknya terdekat dengan tempat yang sedang terjadi kebakaran, kecuali bila pemadaman diperlengkapi dengan pompa yang biasanya dibawah oleh mobil kebakaran.

2. Distribusi Model Cabang

Sistem cabang terdiri dari pipa utama yang disambungkan lagi dengan pipa cabang lainnya sampai pada konsumen.

❖ Keuntungannya :

- a) Kotoran- kotoran dapat mengendap dan terkumpul di ujung-ujung/ akhir pipa cabang dimana endapan ini dapat dibuang
- b) Pipa-pipa distribusi dapat lebih pendek
- c) Tekanan air lebih tinggi
- d) Bila terjadi kebakaran di suatu daerah, maka air dapat dikerahkan ke tempat tersebut dengan jalan menutup kran-kran penutup pada cabang-cabang pipa yang tak ada kebakaran. Bila pemadaman dilakukan dengan bantuan pompa karena tekanan air tinggi, maka dapat menunjang bekerjanya pompa.

❖ Kerugiannya

- a) Bila terjadi kerusakan pada pipa, maka daerah dibawahnya tak mendapat air
- b) Ada tambahan konstruksi kran-kran pembuang endapan pada ujung-ujung akhir pipa cabang

3. Sistem Gabungan

Pada sistem ini pipa dapat diterapkan langsung atau sekaligus sistem bercabang dan sistem melingkar menjadi satu sistem jaringan distribusi dan diterapkan untuk daerah pelayanan dengan karakteristik sebagai berikut :

- a) Kota yang sedang berkembang
- b) Bentuk perluasan kota yang tidak teratur

2.5.2.3. Jenis Pipa

Pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih, pipa merupakan komponen yang utama. Pipa ini berfungsi sebagai sarana untuk mengalirkan air dari sumber air ke tandon maupun dari tandon ke konsumen. Oleh karena itu, pemilihan jenis pipa haruslah dilakukan dengan tepat guna mendapatkan suatu jaringan air bersih yang efisien atau optimal.

Beberapa jenis pipa yang digunakan dalam suatu jaringan air bersih antara lain :

1. Pipa Besi Tuang (*Cast Iron Pipe*)

Pipa ini biasanya dicelupkan dalam senyawa bitumen untuk perlindungan terhadap karat. Panjang biasa dari suatu bagian pipa adalah 4 m dan 6 m. Tekanan maksimum pipa sebesar 2500 kN/cm^2 (350 psi) dan umur pipa jika pada keadaan normal dapat mencapai 100 tahun (*Linsley, 1989:297*).

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- ✓ Pipa cukup murah
- ✓ Pipa mudah disambung
- ✓ Pipa tahan karat

Kerugian dari pipa ini adalah :

- ✓ Pipa berat sehingga biaya pengangkutan mahal
- ✓ Pipa keras sehingga mudah pecah
- ✓ Dibutuhkan tenaga ahli dalam penyambungan

2. Pipa Baja Galvanis (*Galvanized Iron*)

Pipa jenis ini bahannya terbuat dari baja yang dilapisi seng. Umur pipa pada keadaan normal bisa mencapai 40 tahun. Dipasaran umum terdapat 3 (tiga) kelas dalam ketebalannya. Untuk air minum biasanya yang dipilih adalah kelas medium karena punya ketebalan yang cukup sehingga memudahkan pembuatan drat sedangkan sifat-sifat khusus yang dimiliki antara lain :

- ✓ Mudah pengerjaan atau pemasangannya
- ✓ Tahan karat

- ✓ Kuat atau tahan terhadap tekanan baik dari dalam maupun luar hingga 50 kg/cm^2
- ✓ Ukuran dipasaran mulai dari 0,10 mm – 0,15 mm, dengan ketebalan 1,8 mm – 5,4 mm
- ✓ Disediakan aksesoris yang bermacam-macam sesuai kebutuhan.

3. Pipa Baja Las Spiral (*Steel*)

Pipa baja las spiral terbuat dari plat baja dalam bentuk gulungan, setelah gulungan plat dibuka diteruskan pembentukkan menjadi spiral dengan pengelasan. Sedangkan sifat-sifat khusus yang dimiliki antara lain:

- ✓ Kekuatan 10 -25% lebih tinggi dari pipa lurus
- ✓ Penyambungan mudah cukup dengan las
- ✓ Cocok untuk dipilih pada diameter besar misalnya $>\phi 400 \text{ mm}$.

Sedangkan dipasaran yang tersedia ukuran $\phi 4''$ s/d $\phi 80''$, tebal 4 mm

s/d 20 mm dan panjang 6 m -12 m, untuk ukuran yang lain maka harus pesan terlebih dahulu.

4. Pipa Asbes Semen

Pipa asbes semen dibuat dari tiga bahan baku dasar yaitu asbes, semen portland dan silica. Serabut-serabut asbes diolah dan dicampuri dan kemudian ditambahkan kedalam dasar semen silica yang halus. Sifat-sifat khusus yang dimiliki antara lain:

- ✓ Tahan terhadap korosi
- ✓ Penyambungannya dan las cukup mudah

- ✓ Cocok unik dipilih pada diameter 200 mm – 400 mm. Sedangkan dipasaran yang tersedia ukuran ϕ 80 mm s/d ϕ 600 mm, tebal 9,8 mm – 6,19.

5. Pipa PVC (Poly Vinil Chlorida)

Bahan dasar PVC adalah *chloride* dan acelylene dari kalsium cbibe dan *Ethelene* dari Petrolina. Dengan mesin hot mixer dan *pipe extruder* yang modern dapat dihasilkan produk pipa yang mempunyai sifat-sifat khusus seperti berikut :

- ✓ Berat ringan dan tahan korosi
- ✓ Permukaan licin
- ✓ Memiliki fleksibelitas/elastisitas yang tinggi
- ✓ Harga lebih murah
- ✓ Dilengkapi dengan aksesoris yang sangat bervariasi bentuknya sehingga memudahkan penggunaan atau pemasangannya
- ✓ Dipasaran tersedia ukuran ϕ 16 mm s/d ϕ 630 mm, tebal 0,5 mm – 30 mm, panjang 4 m – 6 m dan memiliki kekuatan 5 kg/cm^2 – 12 kg/cm^2 .

6. Pipa PE (*Poly Ethylene Pipang*)

Terbuat dari modifikasi resmi Polythyline yang secara khusus dipilih untuk menghasilkan pipa bermutu tinggi tahan terhadap tekanan dan retak. Untuk pipa air sibuat standart warna hitam. Sedangkan sifat-sifat khusus yang dimiliki antara lain yaitu :

- ✓ Tahan terhadap benturan dan korosi
- ✓ Mudah pemasangannya dan bisa dibelok-belokkan ringan dan lentur

- ✓ Disediakan aksesoris sesuai kebutuhan
- ✓ Sedangkan dipasaran yang tersedia ukuran 0,16 mm – 0,4 mm, tebal 2,7 mm – 36,3 mm

2.5.2. Fasilitas Penunjang

2.5.2.1. Tandon (Reservoir)

Tandon merupakan komponen dari sistem jaringan air bersih yang memiliki fungsi untuk menampung dan menyimpang air untuk digunakan pada kondisi tertentu. Pengisian tampungan tandon dilakukan apabila kebutuhan air bersih tidak mencapai puncak atau dibagi antara keduanya apabila kapasitas debitnya mencukupi.

Perencanaan suatu tandon perlu mempertimbangkan aspek kontinuitas dan kuantitas. Kapasitas tampungan dari sebuah tandon nantinya harus mampu untuk melayani areal pelayanan dan mampu beroperasi sesuai rencana, seiring dengan meningkatnya kebutuhan air bersih setiap tahunnya.

Elevasi pada tandon diidentifikasi sebagai elevasi dasar tandon. Elevasi muka air tandon adalah jarak vertikal dari dasar tandon muka air bebas, sehingga tekanannya lebih besar dari nol. Letak tandon diusahakan sedekat mungkin dengan daerah layanan, selain itu permukaan air harus cukup tinggi untuk memungkinkan aliran gravitasi sehingga sistem pompa dengan tekanan yang cukup memadai dan mencukupi ke sistem layanan.

Besarnya kapasitas tandon tergantung pada variasi kebutuhan air minimum, maksimum, kapasitas konstan pemompaan dan faktor kegunaan dari tandon tersebut.

Berdasarkan keadaan topografinya, tandon dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Ground reservoir, merupakan jenis reservoir yang terletak di bawah permukaan tanah
2. Elevated reservoir, adalah reservoir yang diletakkan pada ketinggian tertentu

Adapun untuk menghitung volume tandon yang diperlukan dalam sistem jaringan distribusi air bersih dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = 0,13 * Q * T \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan :

V = volume tandon yang diperlukan

0,13 = koefisien penggali

Q = kebutuhan harian maksimum (lt/dtk)

T = waktu dalam 1 hari

Setiap tandon paling tidak memiliki perlengkapan sebagai berikut :

- a) Pipa air masuk (*inlet*) dan pipa air keluar (*outlet*)
- b) Lubang inspeksi (*manhole*)
- c) Tangga naik dan turun kedalam bak
- d) Pipa pelimpah untuk kelebihan air

- e) Pipa penguras
- f) Alat penunjuk level air
- g) Ventilasi udara

2.5.2.2. Pompa

Pompa adalah komponen sistem yang mampu memberikan tambahan tekanan dalam suatu sistem jaringan distribusi air bersih. Dengan pompa, maka tinggi tekanan yang berkurang dapat dinaikkan kembali sehingga sistem dapat mengalirkan air ke tempat pelayanan yang lebih tinggi dan jauh. Apabila sebelum pompa dipasang telah ada aliran, maka pompa juga dapat digunakan untuk menambah kapasitas debit pada sistem tersebut.

Pompa yang dipakai untuk menyadap air baku dari sumber serta mengalirkan ke instalasi penjernihan disebut pompa penyadap. Adapun yang digunakan untuk mengalirkan air bersih dari penjernihan ke tandon distribusi disebut pompa penyalur.

Daya yang bekerja pada pompa dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut (*Priyantoro, 1991 : 101*)

Kapasitas pompa ini dapat ditaksir sebagai berikut :

1. Jumlah air yang disadap = (konsumen harian maksimum) x (1,1 – 1,15)
faktor perkalian sebesar 1,1 sampai 1,15 tersebut diambil untuk mengimbangi kebocoran pipa atau pemakaian air kerja di pusat penjernihan

2. Fluktuasi jumlah air dan dasar penentuan jumlah pompa

Pompa penyalang biasanya bekerja tanpa fluktuasi aliran yang cukup berarti.

Daya pompa :

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

P = daya pompa (kW)

γ = berat specific (kg/m)

η = efisiensi pompa (%)

Q = debit (m³/det)

H = kehilangan tinggi total (m)

Rumus energi yang digunakan untuk operasi pompa adalah :

$$E = P \cdot T \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan :

E = energi yang digunakan pompa (kWh)

P = daya pompa (kW)

T = lama operasi pompa (jam)

Untuk menghitung kemampuan pompa yang terpasang secara seri dapat dilakukan dengan menggunakan ketentuan rumus berikut (*Prasetijo, 2002 :10*)

$$Q_s = Q_1 = Q_2 \dots\dots\dots(2.17)$$

$$H_s = H_1 = H_2 \dots\dots\dots(2.18)$$

$$P_s = P_1 + P_2 \dots\dots\dots (2.19)$$

Dengan :

P_s = daya pompa yang terpasang secara seri (kW)

H_s = tinggi tekan pompa yang terpasang secara seri (m)

Q_s = debit pompa yang terpasang secara seri (m^3/dtk)

Untuk menghitung kemampuan pompa yang terpasang secara paralel dapat dilakukan dengan menggunakan ketentuan rumus yaitu (*Prasetijo, 2002:10*):

$$Q_p = Q_1 + Q_2 \dots\dots\dots (2.20)$$

$$H_p = H_1 + H_2 \dots\dots\dots (2.21)$$

$$P_p = P_1 = P_2 \dots\dots\dots (2.22)$$

Dengan :

P_p = daya pompa yang terpasang secara paralel (kW)

H_p = tinggi tekan pompa yang terpasang secara paralel (m)

Q_p = debit pompa yang terpasang secara paralel (m^3/dtk)

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan jenis pompa adalah :

1. Besar debit yang akan di pompa
2. Tinggi tekan
3. Motor penggerak
4. Kondisi zat cair yang di alirkan

2.5.2.3. Sambungan antar pipa

Untuk menggabungkan pipa yang satu dengan yang lain maka diperlukan suatu sambungan pipa, baik pipa yang berdiameter sama atau berbeda, belokan pada pipa dan penggabungan dua pipa yang berbeda jenis. Sambungan pada pipa antara lain :

- a) Mangkok (*bell*) dan lurus (*spigot*)
- b) Sambungan mekanik
- c) Sambungan dorong (*push on joint*)
- d) Sambungan *flens*

Sambungan tersebut dipakai sesuai kebutuhan dan kondisi lapangan.

Pada saat pemasangan pipa ditambah dengan perlengkapan sambungan yaitu :

1. Belokan (Bend)

Digunakan untuk mengubah arah dari arah lurus dengan sudut perubahan standar yang merupakan sudut dari belokan tersebut. Besar belokan standar adalah $11\frac{1}{4}^{\circ}$, $22\frac{1}{2}^{\circ}$, 45° , dan 90° . Bahan belokan itu biasanya sama dengan pipa.

2. Perlengkapan “T”

Untuk pipa sekunder dipasang tegak lurus (90°) pada pipa primer berbentuk

T. Untuk ujung-ujungnya perlengkapan dapat terdiri dari kombinasi *spigot*, *socket*, dan *flens*.

3. Perlengkapan “Y”

Untuk pipa sekunder yang dipasang pada pipa primer dengan sudut 45°

2.6. Analisa Sistem Jaringan Air Bersih dengan Program *WaterCad* v 6.5

2.6.1. Deskripsi Program *WaterCad* v 6.5

Dalam merencanakan sistem jaringan air bersih membutuhkan banyaknya jumlah *trial and eror* yang harus dilakukan pada seluruh komponen yang ada pada sistem jaringan distribusi, sehingga memerlukan program yang menolong untuk melakukannya.

Haestad Methods telah meluncurkan program *WaterCad* untuk menolong bidang modelling distribusi air bersih. Program *WaterCad* v.6.5 merupakan program *education* produksi dari Haestad tahun 2002 dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis yaitu 25 buah pipa sesuai pemesanan spesifikasi program *WaterCad* dengan Haestad dan bisa di upgrade jumlah pipanya secara online. Program ini memiliki interfacenya yang memudahkan pengguna untuk menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalkan sistem jaringan distribusi air bersih, seperti (Haestad, 2002).

2.6.2. Kegunaan dan kelebihan *WaterCad* v 6.5 Haestad

Kegunaan-kegunaan *WaterCad* v 6.5 adalah sebagai berikut :

- ✓ Menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu (kondisi permanen)
- ✓ Menganalisis tahapan-tahapan atau periodisasi simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuasi menurut waktu (kondisi tidak permanen)
- ✓ Menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada satu file kerja

- ✓ Menganalisis kondisi jaringan pada saat kondisi ekstrim untuk keperluan pemadam kebakaran atau *hydrant (fire flow analysis)*
- ✓ Menganalisis kualitas air pada sistem jaringan distribusi air bersih
- ✓ Menghitung konstruksi biaya dari sistem jaringan distribusi air bersih yang dibuat

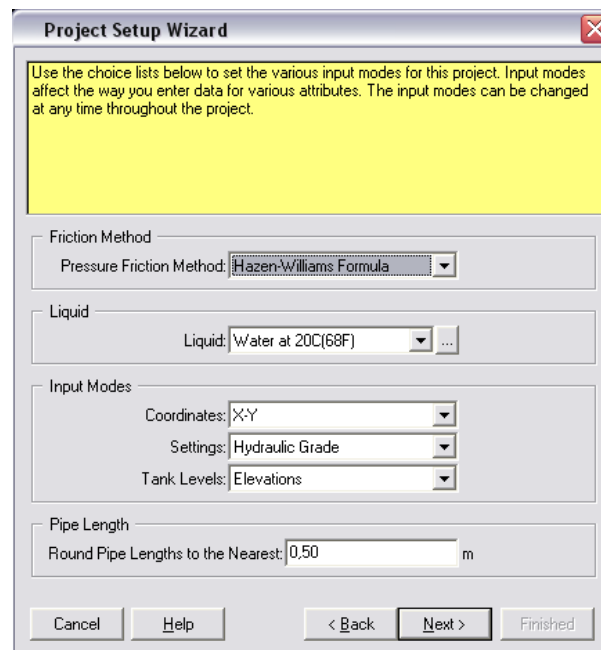
Adapun kelebihan-kelebihan dari program *WaterCad* v 6.5 dibandingkan dengan program lain adalah :

- ✓ Program ini dapat bekerja pada sistem *windows 98, windows NT 4.0* dan *2000* serta *XP*
- ✓ Mendukung *GIS database connection* pada program *ArcView, ArcInfo, ArcCad, MapInfo* dan *AutoCad* yang memudahkan untuk penggabungan model hidraulik *waterCad (shared)* dengan database utama pada program tersebut.
- ✓ Mendukung program *Microsoft Office, Microsoft Excel* dan *Microsoft Access* untuk sharing data pada file *WaterCad*
- ✓ Mendukung program *Epanet* dan *Kypipe* sehingga dapat mengubah file jaringan pipa program tersebut ke dalam bentuk file *WaterCad (wcd)*

2.6.3. Tahapan Dalam Penggunaan Program *WaterCad* V 6.5

Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan simulasi sistem jaringan distribusi air bersih pada *WaterCad* v 6.5 adalah sebagai berikut :

1. Buka dan beri nama file baru sistem distribusi air bersih dalam format *WaterCad* (xxx.wcd).

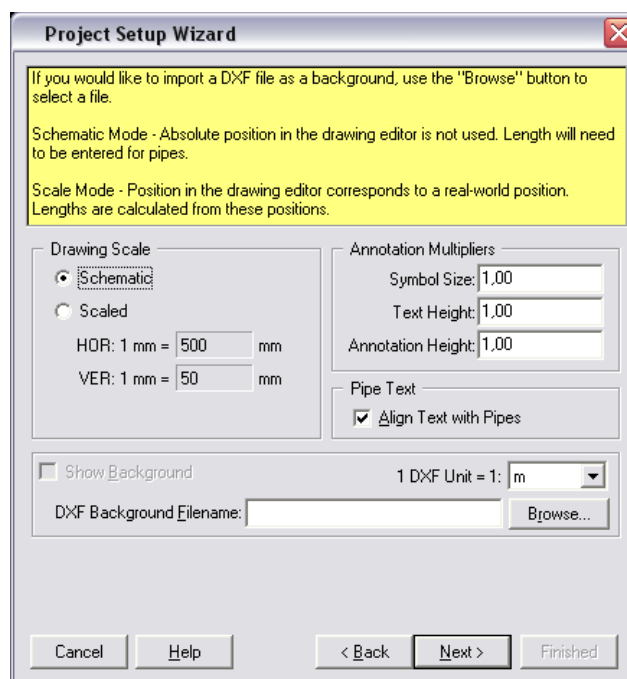


Sumber : Uses manual *WaterCad* v.6.5

Gambar 2.5 Tampilan Pemilihan Rumus

2. Mengisi tahap pembuatan file baru :
 - ✓ Memilih satuan yang akan digunakan. Satuan yang disediakan oleh *WaterCad* v 6.5 yaitu : Satuan US dan Satuan Internasional (SI). Simulasi ini menggunakan Satuan Internasional karena lebih banyak digunakan.

- ✓ Memilih rumus kehilangan tinggi tekan. Program ini menyediakan beberapa metode rumus kehilangan tinggi tekan diantaranya : Darcy-Weisbach, Hazen-Williams dan Manning.
- ✓ Penggambaran pipa dapat secara Schematic (skema) dan Schematic (sebenarnya sesuai dengan skala). Kajian ini dipilih metode penggambaran pipa secara schematic.



Sumber : User Manual WaterCad v 6.5

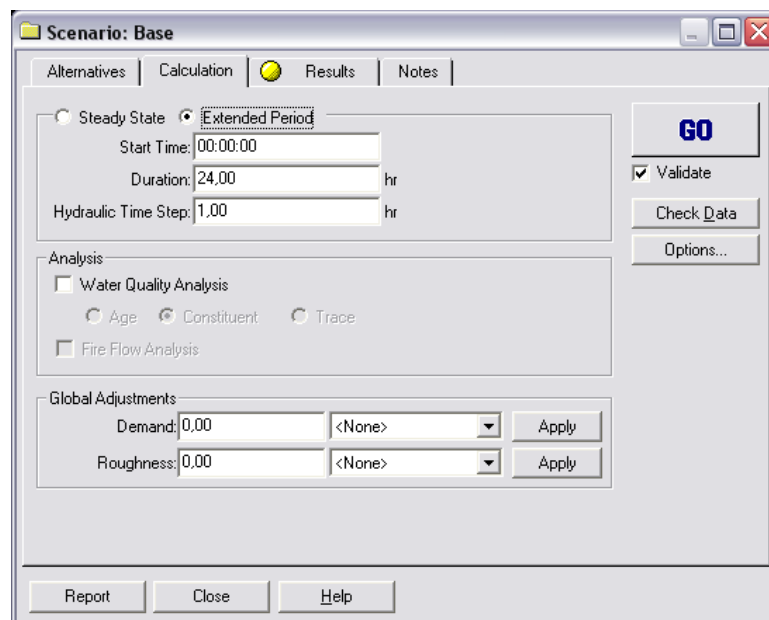
Gambar 2.6 Tampilan Pengisian Besaran Skala

3. Menggambar sistem jaringan distribusi air bersih dengan memodelkan atau memberi notasi komponen sistem jaringan distribusi air bersih, yaitu pipa, titik simpul, reservoir, tandon, dan pompa dengan data-data yang telah terkumpul.

4. Mrnggambar lengkap beserta komponennya yang telah dibuat pada *WaterCad* v 6.5 kemudian disimpan setelah latar belakang (*background*) peta dihilangkan.
5. Melakukan simulasi sistem jaringan distribusi air bersih serta menganalisis hasil yang diperoleh (*report*) dan apabila hasil yang didapatkan tidak sesuai maka akan dilakukan perbaikan pada komponen sistem jaringan distribusi air bersih tersebut hingga didapat hasil yang sesuai.

Parameter yang diperlukan pada simulasi kondisi tidak permanen pada program *WaterCad* v 6.5 adalah :

1. *Start Time*, waktu yang digunakan untuk memulai melakukan simulasi
2. *Duration*, sistem akan disimulasikan selama 24 jam
3. *Hydraulic Time Step*, tahapan waktu untuk simulasi adalah 24 jam dengan interval 1 jam-an.



Sumber : User Manual *WaterCad* v.6.5

Gambar 2.7 Input Parameter Simulasi Kondisi Tidak Permanen

Komponen-komponen jaringan distribusi air bersih mempunyai beberapa kata kunci di dalam pemogramannya, yaitu :

1. *Pressure Pipe* ; data pipa, nomor titik-titik simpul awal dan akhir, panjang, diameter, koefisien kekasaran, bahan pipa.

Pressure Pipe: Prototype

General | Controls | Quality | Capital Cost | User Data | Messages

Pipe

Label:

Material:

Diameter: mm

Hazen-Williams C:

Minor Loss Coefficient:

☐ Check Valve?

Initial Status

Status:

☒ User Defined Length?

Length: m

Nodes

From Node: To Node:

Hydraulic Results

Discharge: m³/min

Velocity: m/s

Headloss Gradient: m/km

Pressure Pipe Headloss: m

Control Status:

Water Quality

Calculated Concentration: mg/l

OK Cancel Report Help

0.00 hr <All>

Sumber : User Manual WaterCad v 6.5

Gambar 2.8 Input Data Pipa

2. *Pressure Junction* ; titik simpul, nomor titik, elevasi, debit kebutuhan.

Sumber : User Manual WaterCad v 6.5

Gambar 2.9 Input Data Titik Simpul

3. *Tank* ; data tandon, nomor identitas, elevasi dasar, elevasi HWL, dan LWL, dimensi tandon.

Sumber : User Manual WaterCad v.6.5

Gambar 2.10 Input Data Tandon

4. *Reservoir* ; data sumber, elevasi, diasumsikan konstan.

Sumber : User Manual WaterCad v 6.5

Gambar 2.11 Input Data Sumber Air

5. *Pump* ; data pompa, elevasi, tinggi tekan, kapasitas pompa, nomor titik simpul awal dan akhir.

Sumber : User Manual WaterCad v 6.5

Gambar 2.12 Input Data Pompa

6. *Valve* ; data katup, nomor titik simpul awal dan akhir, diameter, jenis, koefisien kekasaran.

Sumber : User Manual WaterCad v 6.5

Gambar 2.13 Input Data Katup

BAB III METODOLOGI

3.1. Lokasi Studi

Dalam hal ini penulis mengambil lokasi di Sumber Mata Air Weibubul Desa Wendewa Utara Kecamatan Mambo Kabupaten Sumba Tengah Provinsi Nusa Tenggara Timur.

3.2. Studi Literatur

Dimana penulis mencari materi dan buku yang berhubungan dengan studi kajian yang dikerjakan demi kesempurnaan laporan.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data untuk kajian ini yaitu sebagai berikut :

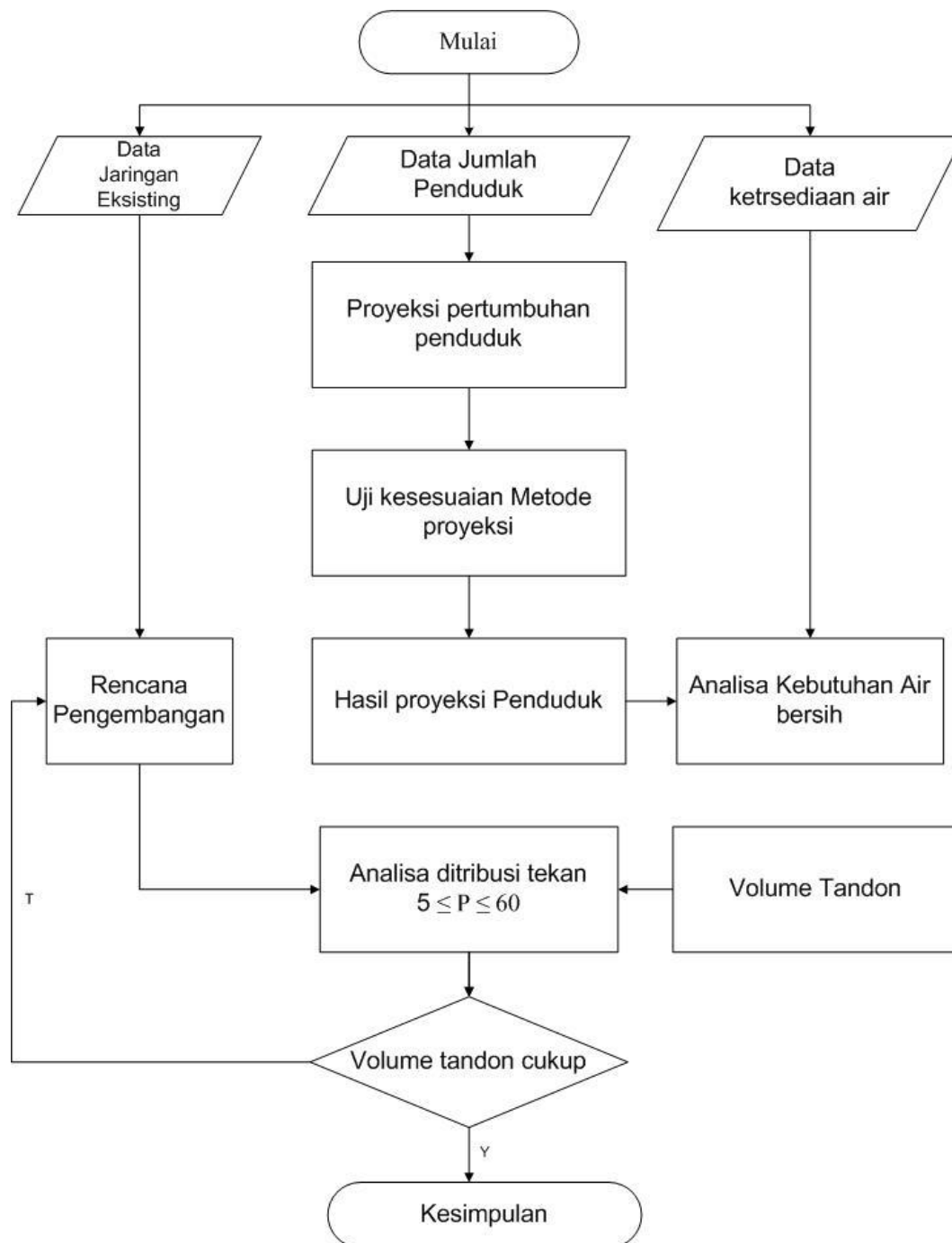
1. Observasi ke lapangan untuk mengetahui kondisi lapangan dan pendokumentasian.
2. Data penunjang yang didapat berupa :
 - ✓ Data peta wilayah layanan
 - ✓ Data jumlah penduduk
 - ✓ Data topografi
 - ✓ Data Jaringan Eksisting

3.4. Metode Pengolahan Data

Proses pengolahan data meliputi:

1. Proyeksi Jumlah penduduk hingga tahun 2023, dengan menggunakan 3 metode yaitu , metode geometrik, aritmatik, dan eksponensial. Dari hasil ketiga perhitungan metode tersebut, selanjutnya akan dipilih metode yang akan digunakan dengan pengujian metode proyeksi penduduk.
2. Perhitungan kebutuhan air bersih hingga tahun 2023 dengan menghitung :
 - Kebutuhan air domestik
 - Kebutuhan total
 - Kehilangan air
 - Kebutuhan air rata-rata
 - Kebutuhan air harian maksimum
 - Kebutuhan air jam puncak
3. Perencanaan layout sistem jaringan distribusi air bersih tahun 2023 dengan bantuan paket *Watercad v6.5*
4. Melakukan simulasi pada rencana sistem penyediaan air bersih dengan paket program *Watercad V 6.5*
 - Pada jaringan pengembangan, analisa hidraulis dilakukan disertai coba-coba diameter untuk mendapatkan tekanan air.
5. Memilih jaringan optimal dengan tekanan yang sesuai standar tetapi dengan biaya termurah.
6. Membuat kesimpulan dan saran.

Diagram Alir



BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1.Data Jumlah Penduduk

Dalam menghitung kebutuhan air baku diperlukan data jumlah penduduk layanan yang menjadi pengguna layanan/konsumen. Data jumlah penduduk Kabupaten Sumba Tengah yang termasuk pada daerah layanan Desa Wendewa Utara adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1
Jumlah Penduduk Desa Wendewa Utara di Kabupaten Sumba Tengah,
Tahun 2011 - 2013

No	Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)		
		2011	2012	2013
1	Wendewa Utara	1,564	1,802	1,641

Sumber: Mambooro dalam Angka 2011-2013

Tabel 4.2
Kepadatan Penduduk Desa Wendewa Utara
Kabupaten Sumba Tengah Tahun 2011

No	Desa	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km ²)
			2011
1	Wendewa Utara	15,13	1,564

Sumber: Sumba Tengah dalam Angka 2011-2013

4.2. Laju Pertumbuhan Penduduk Rata-rata

Laju pertumbuhan penduduk digunakan untuk meninjau pertumbuhan penduduk suatu daerah yang akan digunakan untuk perencanaan kebutuhan air.

Laju pertumbuhan penduduk Sumba Tengah dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang telah ada dari tahun 2011 – 2013.

Contoh perhitungan laju pertumbuhan penduduk di Desa Wendewa Utara yaitu sebagai berikut :

Diketahui :

- ✓ Jumlah penduduk tahun 2011 = 1564 jiwa
- ✓ Jumlah penduduk tahun 2012 = 1802 jiwa
- ✓ Jangka waktu (n) = 1 tahun
- ✓ Laju pertumbuhan penduduk (r) dapat dihitung dengan menggunakan rumus contohnya rumus Geometri yaitu : $P_n = P_o (1 + r)^n$, sehingga

$$r = \left[\frac{\ln(P_n/P_o)}{1} \right] \times 100\% = \left[\frac{\ln(1802/1564)}{1} \right] \times 100\% = 0,14 \%$$

Jadi dari perhitungan diperoleh laju pertumbuhan penduduk (r) = 0.14

Berikut adalah hasil perhitungan laju pertumbuhan penduduk Desa Wendewa Utara Kabupaten Sumba Tengah :

Tabel 4.3
Laju Pertumbuhan Desa Wendewa Utara

Tahun	Penduduk (Jiwa)	Selisih	Laju Pertumbuhan (r)
2011	1564	0.00	0.00
2012	1802	238	0.14
2013	1641	-161	-0.09
Pertumbuhan Rerata			0.02

Sumber: Mamboro dalam Angka 2013 dan perhitungan

4.3. Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam merencanakan kebutuhan air bersih penduduk 10 tahun kedepan dibutuhkan data penduduk 10 tahun yang akan datang. Dalam memproyeksikan jumlah penduduk digunakan tiga metode yaitu metode geometrik, metode eksponensial dan metode aritmatik.

4.3.1. Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Geometrik

Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2013 dan tahun yang akan datang (P_n) dengan menggunakan rumus metode Geometrik adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Wendewa Utara tahun 2013 dan tahun 2023 :

- ✓ Jumlah penduduk akhir tahun data (P_o) = 1641 jiwa
- ✓ Angka laju pertumbuhan rerata(r) = $0,02/100 = 0,0002$
- ✓ Jangka waktu tahun data (n) = 1 dan 10 tahun

Penyelesaian :

1. Untuk tahun 2013

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 1641 (1 + 0,0002)^1$$

$$P_n = 1641 \text{ jiwa}$$

2. Untuk tahun 2023

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 1641 (1 + 0,0002)^{10}$$

$$P_n = 1644 \text{ jiwa}$$

Hasil perhitungan proyeksi penduduk Desa Wendewa Utara dengan metode Geometrik selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4
Proyeksi Penduduk dengan Metode Geometrik

No	Tahun	Proyeksi Penduduk
		Desa Wendewa Utara
1	2013	1,641
2	2014	1,642
3	2015	1,642
4	2016	1,642
5	2017	1,643
6	2018	1,643
7	2019	1,643
8	2020	1,644
9	2021	1,644
10	2022	1,644

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.2. Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Eksponensial

Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2013 dan tahun yang akan datang (P_n) dengan menggunakan rumus metode Eksponensial adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Wendewa Utara tahun

2013 dan tahun 2023 :

- ✓ Jumlah penduduk akhir tahun data (P_o) = 1641 jiwa
- ✓ Angka laju pertumbuhan rerata penduduk (r) = $0,02/100 = 0,0002$
- ✓ Jangka waktu tahun data (n) = 1 dan 10 tahun

Penyelesaian :

1. Untuk tahun 2013

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n}$$

$$P_n = 1641 \times 2,7183^{0,0002 \times 1}$$

$$P_n = 1641 \text{ jiwa}$$

2. Untuk tahun 2023

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n}$$

$$P_n = 1644 \times 2,7183^{0,0002 \times 10}$$

$$P_n = 1644 \text{ jiwa}$$

Hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan metode Eksponensial selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4.5
Proyeksi Penduduk dengan Metode Eksponensial

No	Tahun	Proyeksi Penduduk
		Desa Wendewa Utara
1	2014	1,641
2	2015	1,642
3	2016	1,642
4	2017	1,642
5	2018	1,643
6	2019	1,643
7	2020	1,643
8	2021	1,644

9	2022	1,644
10	2023	1,644

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.3. . Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Aritmatik.

Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2013 dan tahun yang akan datang (Pn) dengan menggunakan rumus metode Aritmatik adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Wendewa Utara tahun 2013 dan tahun 2023 :

- ✓ Jumlah penduduk akhir tahun data (Po) = 1641 jiwa
- ✓ Angka laju pertumbuhan rerata penduduk (r) = $0,02/100 = 0,0002$
- ✓ Jangka waktu tahun data (n) = 1 dan 10 tahun

Penyelesaian :

1. Untuk tahun 2013

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_o (1 + r. n) \\
 P_n &= 1641 (1 + 0,0002 * 1) \\
 P_n &= 1641,3 = 1641 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

2. Untuk tahun 2023

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_o (1 + r. n) \\
 P_n &= 12.951 (1 + 0,00398 * 20) \\
 P_n &= 1644 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan metode Aritmatik selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.6 dibawah ini :

Tabel 4.6
Proyeksi Penduduk dengan Metode Aritmatik

No	Tahun	Proyeksi Penduduk
		Desa Wendewa Utara
1	2014	1,641
2	2015	1,642
3	2016	1,642
4	2017	1,642
5	2018	1,643
6	2019	1,643
7	2020	1,643
8	2021	1,644
9	2022	1,644
10	2023	1,644

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.3.1. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk melakukan uji kesesuaian metode proyeksi jumlah penduduk, maka diproyeksikan terlebih dahulu dari tahun 2011 - 2013 dengan menggunakan metode Geometrik, metode Eksponensial dan metode Aritmatik. Setelah itu, dilakukan perhitungan jumlah kuadran terkecil untuk metode mana yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya. Dengan perhitungan kuadran terkecil sebagai berikut :

$$\sum = (X - Y)^2$$

Dimana : X = Data dasar jumlah penduduk

Y = Data jumlah penduduk hasil proyeksi

Hasil perhitungan uji kesesuaian metode proyeksi selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.7 sampai tabel 4.9 dibawah ini :

Tabel 4.7
Tabel Uji Kesesuaian Metode Geometrik pada Desa Wendewa Utara

No	Tahun	Jumlah Penduduk	X	Y	$(X-Y)^2$
1	2009	1564	1564	1564	0
2	2010	1802	1802	1566	55606.54
3	2011	1641	1641	1568	5273.34
Jumlah			5007	4699	60880

Sumber. Hasil Perhitungan

Tabel 4.8
Tabel Uji Kesesuaian Metode Aritmatik pada Desa Wendewa Utara

No	Tahun	Jumlah Penduduk	X	Y	$(X-Y)^2$
1	2008	1564	1564	1564	0
2	2009	1802	1802	1564	56644
3	2010	1641	1641	1564	5929
Jumlah			5007	4692	62573

Sumber. Hasil Perhitungan

Tabel 4.9
Tabel Uji Kesesuaian Metode Eksponensial Desa Wendewa Utara

No	Tahun	Jumlah Penduduk	X	Y	$(X-Y)^2$
1	2008	1564	1564	1564	0
2	2009	1802	1802	1564	56644
3	2010	1641	1641	1564	5929
Jumlah			5007	4692	62573

Sumber. Hasil Perhitungan

Dari perhitungan tersebut, diperoleh hasil bawah metode geometrik memiliki hasil dengan kuadran terkecil. Dengan demikian metode ini dipilih untuk proyeksi kebutuhan air pada Kecamatan Mamboro, Desa Wendewa Utara hingga tahun 2023.

4.4. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Dalam studi ini, kajian pengembangan sistem distribusi air bersih di daerah layanan Mata Air Weibubul Desa Wendewa Utara Kecamatan Mambo Kabupaten Sumba Tengah hanya mencakup 1 Kawasan Pemukiman. Kebutuhan air yang dihitung meliputi :

- Perhitungan air domestik didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk tahun perencanaan maka dapat dikategorikan Pedesaan dengan kebutuhan air bersih 60 ltr/org/hari. Jumlah jiwa per rumah atau per sambungan (SR) rata-rata sebanyak 5 jiwa. Pemakaian air untuk HU 30 ltr/org/hari dengan jumlah jiwa/HU adalah 100 jiwa.
- Kebutuhan air non domestik sebesar 20% dari kebutuhan domestik untuk kategori kota kecil.
- Kemungkinan kebocoran sebesar 20% - 30%.
- Tingkat pelayanan sambungan rumah (SR) untuk tahun 2013-2023 di Desa Wendewa Utara direncanakan mencapai 80%.
- Faktor harian maksimum sebesar 1.15 dan besarnya faktor jam puncak adalah 1.56

4.5. Perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih

1. Jumlah Penduduk tahun 2013 = 1641 jiwa (Proyeksi Desa Wendewa Utara) dengan jumlah penduduk pada kawasan pemukiman yang menjadi prioritas distribusi air pada tahun 2013 = 205 jiwa.
2. Sambungan Rumah (SR) tahun 2013 adalah

$$= 1641 / 5 = 328.2$$

$$= 329 \text{ unit}$$

3. Persentase layanan tahun 2013 direncanakan sebesar 25%, sehingga jumlah penduduk yang dilayani adalah :

$$= 1641 * 25\%$$

$$= 1641 * 0,25$$

$$= 410 \text{ jiwa}$$

4. Target pelayanan air bersih pada tahun 2023

$$= \frac{\text{Target \% proyeksi layanan 2023} - \text{\% target 2013}}{\text{jumlah tahun proyeksi} - 1}$$

$$= \frac{80\% - 25\%}{9} = 0.061 \%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka target persentase layanan tiap tahun ditetapkan sebesar 0.061 % sehingga tahun 2023 target presentase proyeksi layanan tercapai.

5. Kebutuhan air domestik (Qd) tahun 2013 Desa Wendewa Utara

$$Q_d = \text{jumlah penduduk} * \text{kebutuhan air} * (\text{presentase}/100)$$

$$= 1641 \text{ jiwa} * 60 \text{ ltr/org/hr} * (25/100)$$

$$= 23,460 \text{ ltr/hr}$$

6. Kebutuhan non domestik (Qnd)

$$Q_{nd} = 25\% * Q_d$$

$$= 0.25 * 23,460 \text{ ltr/hr}$$

$$= 5,865 \text{ ltr/hr}$$

7. Kebutuhan sosial (Q_s)

$$\begin{aligned}Q_s &= 3\% * Q_d \\&= 0,03 * 23,460 \text{ ltr/hr} \\&= 703.8 \text{ ltr/hr}\end{aligned}$$

8. Total kebutuhan air

$$\begin{aligned}Q &= Q_d + Q_{nd} + Q_s \\&= 23,460 + 5,865 + 703.8 \\&= 30,028 \text{ ltr/hr}\end{aligned}$$

9. Total kebutuhan harian rerata dengan tingkat kehilangan air 30%

$$\begin{aligned}Q_r &= \text{total kebutuhan} + (\text{kebutuhan total} * 30\%) \\&= 30,028 + (30,028 * 0,3) \\&= 42,898 \text{ ltr/hr}\end{aligned}$$

10. Kebutuhan air harian maksimum (Q_{max})

$$\begin{aligned}Q_{max} &= 1,1 * Q_r \\&= 1,1 * 42,898 \text{ ltr/hr} \\&= 47,577.3 \text{ ltr/hr} = 0.55 \text{ ltr/dt}\end{aligned}$$

11. Kebutuhan air jam puncak (Q_{peak})

$$\begin{aligned}Q_{peak} &= 1.56 * Q_r \\&= 1.56 * 49,333 \text{ ltr/hr} \\&= 66,921 \text{ ltr/hr} \\&= 0.77 \text{ ltr /dt}\end{aligned}$$

4.6. Analisa Kapasitas Tandon

Menurut perhitungan kebutuhan air yang dilakukan didapat perhitungan fluktuasi kebutuhan air pelanggan untuk daerah layanan Sumber Mata Air Weibubul tahun 2023 adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan air pada pagi hari (pukul 07.00)

$$\begin{aligned} &= \frac{156}{100} * \text{Suplay air} \\ &= 1,56 * 1,08 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1,68 \text{ l/s} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan air pada siang hari (pukul 11.00)

$$\begin{aligned} &= \frac{127}{100} * 1,08 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1,37 \text{ l/s} \end{aligned}$$

3. Kebutuhan air pada sore hari (pukul 17.00)

$$\begin{aligned} &= \frac{122}{100} * 1,08 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1,3176 \text{ l/s} \end{aligned}$$

4. Kebutuhan air pada malam hari (pukul 24.00)

$$\begin{aligned} &= \frac{37}{100} * 1,08 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,399 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Fluktuasi kebutuhan air dan suplai air dalam sehari di daerah pelayanan Desa Wendewa Utara dapat dilihat pada tabel dibawah (Tabel 4.10)

Tabel 4.10
Fluktuasi Kebutuhan Air, Suplai Air dan Komulatif Isi Tandon
dalam Tahun 2023

Waktu	Suplai air m3	Load Faktor	Kebutuhan air m3	Selisih	Komulatif Isi Tandon m3
20.00-21.00	10.8	0.98	5.292	5.51	5.51
21.00-22.00	10.8	0.62	3.348	7.45	12.96
22.00-23.00	10.8	0.45	2.43	8.37	21.33
23.00-24.00	10.8	0.37	1.998	8.80	30.13
24.00-01.00	10.8	0.25	1.35	9.45	39.58
01.00-02.00	10.8	0.3	1.62	9.18	48.76
02.00-03.00	10.8	0.37	1.998	8.80	57.56
03.00-04.00	10.8	0.45	2.43	8.37	65.93
04.00-05.00	10.8	0.64	3.456	7.34	73.28
05.00-06.00	10.8	1.15	6.21	4.59	77.87
06.00-07.00	10.8	1.56	8.424	2.38	80.24
07.00-08.00	10.8	1.53	8.262	2.54	82.78
08.00-09.00	10.8	1.41	7.614	3.19	85.97
09.00-10.00	10.8	1.4	7.56	3.24	89.21
10.00-11.00	10.8	1.38	7.452	3.35	92.56
11.00-12.00	10.8	1.27	6.858	3.94	96.50
12.00-13.00	10.8	1.2	6.48	4.32	100.82
13.00-14.00	10.8	1.14	6.156	4.64	105.46
14.00-15.00	10.8	1.17	6.318	4.48	109.94
15.00-16.00	10.8	1.18	6.372	4.43	114.37
16.00-17.00	10.8	1.22	6.588	4.21	118.58
17.00-18.00	10.8	1.31	7.074	3.73	122.31
18.00-19.00	10.8	1.38	7.452	3.35	125.66
19.00-20.00	10.8	1.25	6.75	4.05	129.71

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel diatas dapat digambarkan dalam grafik fluktuasi kebutuhan air pelanggan terhadap waktu dalam sehari pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.13 Grafik Fluktuasi Kebutuhan Air Tahun 2023

Dari grafik diatas dapat dijelaskan beberapa hal yaitu :

- Pada pukul 00.00 s/d 07.00 kebutuhan air cenderung meningkat
- Pada pukul 08.00 s/d 14.00 kebutuhan air cenderung menurun
- Pada pukul 15.00 s/d 19.00 kebutuhan air cenderung meningkat
- Pada pukul 20.00 s/d 24.00 kebutuhan air cenderung menurun
- Sedangkan suplai air yang didistribusikan relatif konstan

Dari grafik 4.13 diketahui bahwa suplai air untuk fluktuasi kebutuhan air tahun 2023 mencukupi, dan tandon sebenarnya tidak perlu ditambah lagi. Tetapi dalam pengembangannya, sebaiknya tandon di tambah agar dapat membantu kerja pompa 1 yang harus mendistribusikan air bersih ke tandon eksisting yang elevasinya lebih tinggi.

Tabel 4.11 Tabel Komulatif Isi Tandon atas (Tandon eksisting)

Waktu	Inflow	Outflow	Selisih	Komulatif Isi Tandon
	m3/jam	m3/jam		m3
20.00-21.00	6.4	5.292	1.108	1.108
21.00-22.00	6.4	3.348	3.052	4.16
22.00-23.00	6.4	2.43	3.97	8.13
23.00-24.00	6.4	1.998	4.402	12.532
24.00-01.00	6.4	1.35	5.05	17.582
01.00-02.00	6.4	1.62	4.78	22.362
02.00-03.00	6.4	1.998	4.402	26.764
03.00-04.00	6.4	2.43	3.97	30.734
04.00-05.00	6.4	3.456	2.944	33.678
05.00-06.00	6.4	6.21	0.19	33.868
06.00-07.00	6.4	8.424	0.19	34.058
07.00-08.00	6.4	8.262	-2.024	32.034
08.00-09.00	6.4	7.614	-1.862	30.172
09.00-10.00	6.4	7.56	-1.214	28.958
10.00-11.00	6.4	7.452	-1.16	27.798
11.00-12.00	6.4	6.858	-1.052	26.746
12.00-13.00	6.4	6.48	-0.458	26.288
13.00-14.00	6.4	6.156	0.244	26.532
14.00-15.00	6.4	6.318	0.244	26.776
15.00-16.00	6.4	6.372	0.082	26.858
16.00-17.00	0	6.588	-6.372	20.486
17.00-18.00	0	7.074	-6.588	13.898
18.00-19.00	0	7.45	-7.074	6.824
19.00-20.00	0	6.75	-7.452	-0.628

Sumber : Hasil perhitungan

Dalam pengembangannya pompa tidak akan beroperasi selama 24 jam setiap harinya. Direncanakan pompa yang mentransmisikan air ke tandon eksisting akan bekerja selama 20 jam, mulai pukul 21.00 sampai pukul 16.00 setiap harinya.

$$\text{Kapasitas tandon atas (tandon eksisting)} = 34.058 - (0.628)$$

$$= 34.686 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume tandon efektif} = 34.686 - 5.4$$

$$= 29.28 \text{ m}^3$$

Karena kebutuhan volume tandon > volume efektif maka tandon atas (tandon eksisting) tidak memenuhi, karena volume tandon eksisting sebesar 27 m³ maka, perlu direncanakan tandon tambahan.

Tabel 4.11 Tabel Komulatif Isi Tandon Bawah (Tandon Rencana)

Waktu	inflow	outflow	Selisih	Komulatif Isi Tandon
	m3/jam	m3/jam		m3
20.00-21.00	6.1	6.4	-0.3	-0.3
21.00-22.00	6.1	6.4	-0.3	-0.6
22.00-23.00	6.1	6.4	-0.3	-0.8
23.00-24.00	6.1	6.4	-0.3	-1.1
24.00-01.00	6.1	6.4	-0.3	-1.4
01.00-02.00	6.1	6.4	-0.3	-1.7
02.00-03.00	6.1	6.4	-0.3	-2.0
03.00-04.00	6.1	6.4	-0.3	-2.2
04.00-05.00	6.1	6.4	-0.3	-2.5
05.00-06.00	6.1	6.4	-0.3	-2.8
06.00-07.00	6.1	6.4	-0.3	-3.1
07.00-08.00	6.1	6.4	-0.3	-3.4
08.00-09.00	6.1	6.4	-0.3	-3.6
09.00-10.00	6.1	6.4	-0.3	-3.9
10.00-11.00	6.1	6.4	-0.3	-4.2
11.00-12.00	6.1	6.4	-0.3	-4.5
12.00-13.00	6.1	6.4	-0.3	-4.8
13.00-14.00	6.1	6.4	-0.3	-5.0
14.00-15.00	6.1	6.4	-0.3	-5.3
15.00-16.00	6.1	6.4	-0.3	-5.6
16.00-17.00	6.1	0	6.1	0.5
17.00-18.00	6.1	0	6.1	6.6
18.00-19.00	6.1	0	6.1	12.8
19.00-20.00	6.1	0	6.1	18.9

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7. Pompa

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari posisi potensial rendah ke posisi potensial tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Untuk melayani daerah Kecamatan Mamboro, Desa Wendewa Utara ini , direncanakan akan menggunakan Pompa Sentrifugal. Alasan pemilihan pompa sentrifugal yaitu :

1. Prinsip kerjanya sederhana
2. Mempunyai banyak jenis
3. Konstruksinya kuat
4. Tersedia berbagai jenis pilihan kapasitas output debit air
5. Harga pembelian pompa lebih murah
6. Tidak ada bagian-bagian yang bergerak sehingga pemeliharaannya mudah.
7. Lebih sedikit memerlukan tempat
8. Jalannya tenang
9. Aliran zat cair tidak terputus- putus

Pompa Sentrifugal yang digunakan berkapasitas rendah, yaitu pompa dengan kapasitas sekitar $20 \text{ m}^3/\text{jam}$, karena kapasitas sumber adalah sebesar $10,8 \text{ m}^3/\text{jam}$. Selain itu karena kedalaman permukaan air kurang dari 7 meter, maka anda cukup menggunakan pompa sumur dangkal.

Jenis pompa air sumur dangkal di sini dapat berjenis manual atau otomatis, dengan daya listrik 125 watt atau 200 watt. Tetapi dalam perencanaannya pompa tidak menggunakan listrik, tetapi menggunakan bahan bakar solar, karena akan lebih terjangkau harganya untuk masyarakat di Kecamatan Mamboro. Untuk daya dorong pompa, juga dipengaruhi oleh berapa kedalaman hisapnya. Makin pendek daya hisap, makin jauh daya dorongnya. Berhubung daya yang digunakan kecil maka, sebaiknya menggunakan penampungan air yang dekat dengan pompa, sehingga perlu menggunakan 2 pompa, satu pompa untuk menghisap dari sumber, satu pompa lagi untuk menghisap dari penampungan ke penampungan di atas atau untuk langsung di pakai.

4.8. Proyeksi Kebutuhan Air pada *Junction*

Pada setiap titik simpul (*Junction*) mempunyai kebutuhan air yang berbeda-beda, sehingga memberi pengaruh pada pola aliran jaringan distribusi yang ada. Dengan semakin berkembangnya suatu daerah, maka kebutuhan air pada setiap titik simpul semakin meningkat.

Berikut ini adalah langkah- langkah dan asumsi yang diambil dalam menghitung kebutuhan air rata-rata di tiap titik simpul yaitu sebagai berikut :

1. Kebutuhan air bersih hanya dihitung pada titik simpul pada jaringan pipa utama.
2. Nilai kebutuhan air setiap titik simpul berdasarkan total kebutuhan air pada jam puncak.

Perhitungan kebutuhan air tiap titik simpul dapat dilihat pada tabel 4.13 di bawah :

Tabel 4.13
Tabel Perhitungan Kebutuhan Air pada Tiap Simpul Tahun 2023

Junction	No pipa	Kebutuhan air (l/s)	Panjang pipa	Panjang Total Pipa	Keb air tiap simpul (l/s)
J1	P2	1.5	217.32	858.63	0.66
J2	P3	1.5	102.41	858.63	0.52
J3	P6	1.5	110.95	858.63	0.35
J4	P8	1.5	82.91	858.63	0.47
J5	P9	1.5	79.86	858.63	0.36
J6	P10	1.5	113.39	858.63	0.25

Sumber : Hasil Perhitungan

4.9. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air bersih Tahun 2023

Pada sistem jaringan air bersih di daerah layanan Desa Wendewa Utara menggunakan sistem pompa. Dalam pengembangannya, sistem jaringan ini juga menggunakan sistem gravitasi, untuk melayani daerah layanan jaringan pengembangan. Sistem jaringan ini berada pada satu kecamatan yaitu Kecamatan Mamboro yang memanfaatkan Sumber Mata Air Weibubul.

Dan untuk memenuhi kriteria perencanaan distribusi, ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan. Kriteria-kriteria tersebut yaitu tekanan sisa pada titik simpul (*Junction*) berkisar 10-80 mH₂O untuk pipa Galvanis dan untuk kehilangan tinggi tekan diijinkan berkisar 0-15 m/km. Pengembangan pipa ini menggunakan jenis pipa Galvanis dengan Hazen-Williams C = 120. Sedangkan diameter pipa yang digunakan yaitu 101,6 mm dan 114,3 mm

Perencanaan pokok pengembangan yang dilakukan sebagai berikut :

- Perencanaan jaringan pipa utama baru untuk menyambung pipa transmisi dan pipa utama yang sudah ada, ke beberapa daerah yang belum dilayani. Pengembangan yang dilakukan yaitu, dengan melakukan penambahan jaringan distribusi, tandon transmisi dan satu buah pompa di jaringan pipa utama. Penambahan pompa dilakukan untuk membantu kinerja pompa yang sudah ada, tetapi tidak dapat menyalurkan air ke tandon eksisting yang elevasinya lebih tinggi.
- Simulasi hidrolis menggunakan program watercad dilakukan dengan analisa *Steady State* yaitu simulasi dalam satu kondisi waktu (kondisi permanen).

4.9.1. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Simulasi *Watercad v.6.5*.

Dalam studi ini jenis simulasi yang digunakan pada jaringan pipa distribusi air bersih adalah dengan bantuan program *Watercad v 6.5*. Simulasi pada kondisi tidak permanen ini akan mengevaluasi atau menganalisis kondisi aliran pada pipa jaringan distribusi. Hasil simulasi pada jaringan distribusi akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, di mana hasil yang ditampilkan berdasarkan *junction* tersebut akan ditampilkan *demand*, elevasi dan tekanan sisa pada tiap titik simpul. Tiap *junction* tentunya mempunyai proporsi pembebanan kebutuhan air tiap titik simpul yang berbeda-beda dan berfluktuatif berdasarkan waktu kebutuhan air daerah layanan tiap jamnya.

4.9.1.1. Analisa Tekanan Tiap *Junction*

⊗ Analisa tekanan Pukul 07.00

Hasil simulasi pada jaringan distribusi rencana Pukul 07.00 am dengan menggunakan *Watercad v.6.5*. diperoleh tekanan terkecil yaitu pada *junction 3* (J3) sebesar 6.869 mH₂O sedangkan tekanan terbesar terjadi di *junction 6* (J6) sebesar 42.559 mH₂O. Diasumsikan tekanan sisa pada titik simpul (*Junction*) berkisar 5–60 mH₂O untuk pipa Galvanis, karena lokasi berada di daerah pedesaan. Dari hasil simulasi, maka tekanan sudah memenuhi syarat minimum dan syarat maksimum besarnya tekanan dalam pipa Galvanis.

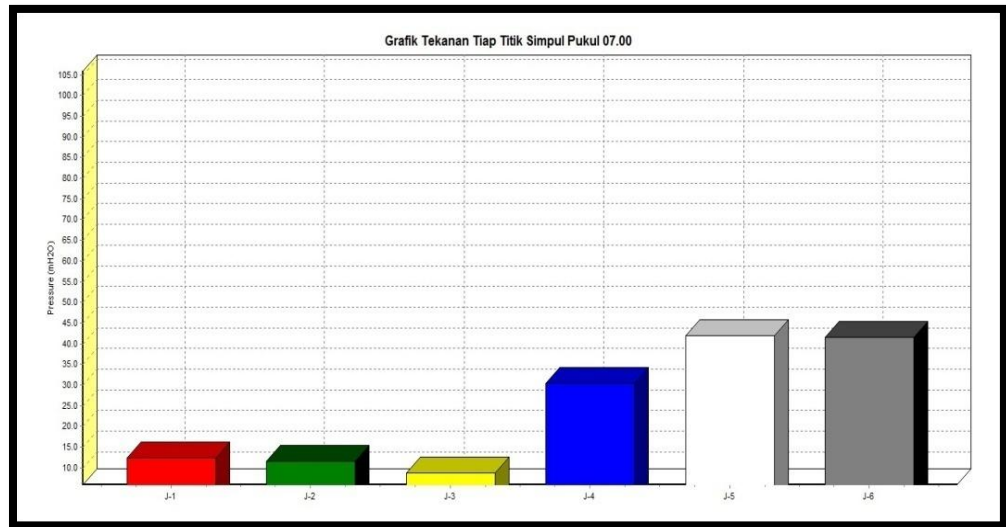
Untuk analisa tekanan tiap titik simpul pada pukul 07.00 dapat dilihat pada tabel 4.14 dibawah

Tabel 4.14.

Analisa Tekanan Tiap Titik Simpul Pukul 07.00

Label	Elevation (m)	Type	Base Flow (l/s)	pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Pressure (m H2O)
J-1	82.37	Demand	0.7	fluktuasi	1	12.778
J-2	96.63	Demand	0.5	fluktuasi	0.8	8.988
J-3	98.48	Demand	0.3	fluktuasi	0.5	6.869
J-4	75	Demand	0.5	fluktuasi	0.7	30.105
J-5	62.5	Demand	0.4	fluktuasi	0.6	42.548
J-6	62.5	Demand	0.3	fluktuasi	0.4	42.559

Sumber : Hasil Simulasi Program *Watercad v.6.5*



Grafik 4.14
Analisa Tekanan Tiap Titik Simpul Pukul 07.00

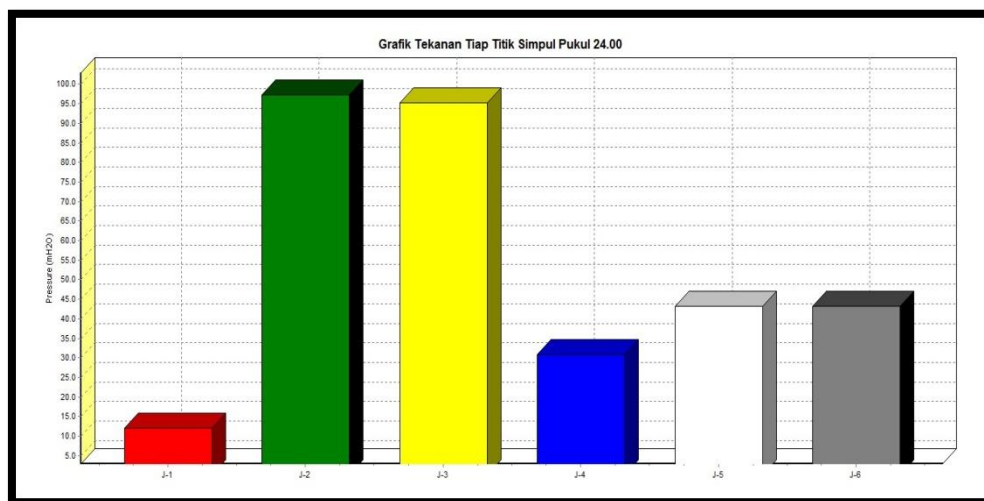
⊗ Analisa tekanan Pukul 24.00

Simulasi untuk jam terendah pada jam 24.00 dengan menggunakan *Watercad v6.5*, diperoleh tekanan terkecil yaitu pada *junction 3 (J3)* yaitu sebesar 7.31 mH₂O, sedangkan tekanan terbesar terjadi di *junction 6 (J6)* sebesar 43 mH₂O. Diasumsikan tekanan sisa pada titik simpul (*Junction*) berkisar 5–60 mH₂O untuk pipa Galvanis, karena lokasi berada di daerah pedesaan. Dari hasil simulasi, maka tekanan sudah memenuhi syarat minimum sudah memenuhi syarat minimum dan syarat maksimum besarnya tekanan dalam pipa Galvanis. Untuk analisa tekanan tiap titik simpul pada pukul Untuk analisa tekanan tiap titik simpul pada pukul 24.00 dapat dilihat pada tabel 4.15 di bawah.

Tabel 4.15.
Analisa Tekanan Tiap Titik Simpul Pukul 24.00

Label	Elevation (m)	Type	Base Flow (l/s)	pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	82.37	Demand	0.7	fluktuasi	0.2	11.064
J-2	96.63	Demand	0.5	fluktuasi	0.1	9.508
J-3	98.48	Demand	0.3	fluktuasi	0.1	7.31
J-4	75	Demand	0.5	fluktuasi	0.1	30.526
J-5	62.5	Demand	0.4	fluktuasi	0.1	43
J-6	62.5	Demand	0.3	fluktuasi	0.1	43

Sumber : Hasil Simulasi Program Watercad v.6.5



Grafik 4.15
Analisa Tekanan Tiap Titik Simpul Pukul 24.00

4.9.1.2. Evaluasi Kondisi Aliran Pada pipa

Hasil simulasi pada jaringan distribusi pengembangan, selain ditampilkan tabel berdasarkan *junction*, juga dapat ditampilkan berdasarkan pipa.

Pada simulasi kondisi jaringan distribusi pengembangan menggunakan jenis pipa *Galvanized iron pipe* dengan Hazen-Williams C adalah 120.

Sedangkan diameter pipa Galvanis yang dipakai pada pipa distribusi jaringan pengembangan ini adalah 101,6 mm dan 114,3 mm. Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan program *Watercad v6.5* dapat diketahui bahwa *headloss gradient* pada semua pipa (Tabel 4.15) nilai *headloss gradient* ini sesuai dengan kriteria perencanaan, hal ini karena sesuai yang diizinkan 0 – 15 m/km. Menurut DPU Ditjen Cipta Karya (1987:128), menjelaskan bahwa *headloss gradient* yang diizinkan berkisar antar 0 – 15 m/km.

Oleh karena itu dalam pengembangan diameter akan dicoba-coba sampai mendapatkan *headloss gradient* yang sesuai standar atau kriteria perencanaan.

Untuk hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 4.16 dan tabel 4.17 dibawah ini :

Tabel 4.16
Fluktuasi Headloss Gradient Jaringan Pengembangan Pukul 07.00

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-1	18.9	114.3	Galvanized iron	120	0.02	1.07
P-2	217.32	114.3	Galvanized iron	120	0.23	1.07
P-3	45.72	114.3	Galvanized iron	120	0.02	0.45
P-4	19.2	114.3	Galvanized iron	120	0.07	3.41
P-5	102.41	114.3	Galvanized iron	120	0.35	3.41
P-6	110.95	114.3	Galvanized iron	120	0.27	2.48
P-7	67.97	114.3	Galvanized iron	120	0.13	1.94
P-8	82.91	101.6	Galvanized iron	120	0.06	0.75
P-9	79.86	101.6	Galvanized iron	120	0.02	0.26
P-10	113.39	101.6	Galvanized iron	120	0.01	0.1

Sumber : Hasil Simulasi Program *Watercad v.6.5*

Tabel 4.17
Fluktuasi Headloss Gradient Jaringan Pengembangan Pukul 24.00

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen- Williams C	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-1	18.9	114.3	Galvanized iron	120	0.02	1.16
P-2	217.32	114.3	Galvanized iron	120	0.25	1.16
P-3	45.72	114.3	Galvanized iron	120	0.05	1.04
P-4	19.2	114.3	Galvanized iron	120	0.06	3.35
P-5	102.41	114.3	Galvanized iron	120	0.34	3.35
P-6	110.95	114.3	Galvanized iron	120	0.35	3.2
P-7	67.97	114.3	Galvanized iron	120	0.21	3.1
P-8	82.91	101.6	Galvanized iron	120	0	0.03
P-9	79.86	101.6	Galvanized iron	120	0	0.01
P-10	113.39	101.6	Galvanized iron	120	0	0

Sumber : Hasil Simulasi Program Watercad v.6.5

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pada kajian ini didapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Proyeksi kebutuhan air Kecamatan Mamboro, Desa Wendewa Utara pada tahun 2023 yaitu : Total kebutuhan harian rerata adalah 1,5 ltr/det, kebutuhan maksimum 1,74 ltr/det dan kebutuhan total pada jam puncak 2.36 ltr/det.
2. Kapasitas tandon atas (tandon eksisting) sebesar 27 m^3 < dari kebutuhan volume tandon air 34.686 m^3 maka direncanakan penambahan tandon, yaitu tandon bawah dengan volume tandon sebesar $25,2 \text{ m}^3$
3. Hasil simulasi pada jaringan distribusi rencana Pukul 07.00 dengan menggunakan *Watercad v 6.5*. diperoleh tekanan terkecil yaitu pada *junction 3 (J3)* sebesar 6.869 mH₂O sedangkan tekanan terbesar terjadi di *junction 6 (J6)* sebesar 42.559 mH₂O .Untuk Simulasi jam terendah yaitu pada pukul 24.00, dengan menggunakan *Watercad v6.5*, diperoleh tekanan terkecil yaitu pada *junction 3 (J3)* yaitu sebesar 7.31 mH₂O, sedangkan tekanan terbesar terjadi di *junction 6 (J6)* sebesar 43 mH₂O.

5.2. Saran

Dalam kajian ini ada beberapa saran yang dapat direkomendasikan yaitu sebagai berikut :

1. Perencanaan ini diharapkan dapat dilaksanakan agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih Desa Wendewa Utara.
2. Dalam sebuah pengembangan sistem distribusi yang baru, baiknya diperhatikan setiap perbedaan elevasi rencana pada tiap simpulnya karena akan berpengaruh besar pada tekanan pipa yang dihasilkan
3. Pada pengembangan sistem jaringan air bersih Sumber Mata Air Weibubul, Kecamatan Mamboro, Desa Wendewa Utara dapat dilakukan penambahan jaringan untuk daerah yang mengalami pengembangan.
4. Untuk jam operasi pompa sebaiknya tidak 24 jam, karena batas jam operasi pompa seharusnya 22 jam, maka dalam perencanaannya pompa akan beroperasi selama 20 jam.
5. Masalah perawatan pompa sebaiknya lebih diperhatikan, mungkin dengan membentuk suatu kelompok atau lembaga masyarakat yang akan selalu mengontrol keadaan pompa air agar selalu terawat dan tidak cepat rusak.
6. Diperlukan adanya suatu pelatihan secara dini bagi mahasiswa mengenai aplikasi software Watercad sehingga nantinya dapat melakukan permodelan sistem jaringan distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2006, *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana*, Tidak Diterbitkan.

Haested, 2001, *User's Guide WaterCad v 6.5 For Windows*, Heasted Press, Waterbury CT, USA.

Kodoatie J. Robert, Sjarief.roestam, 2008, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*, Penerbit Andi,.

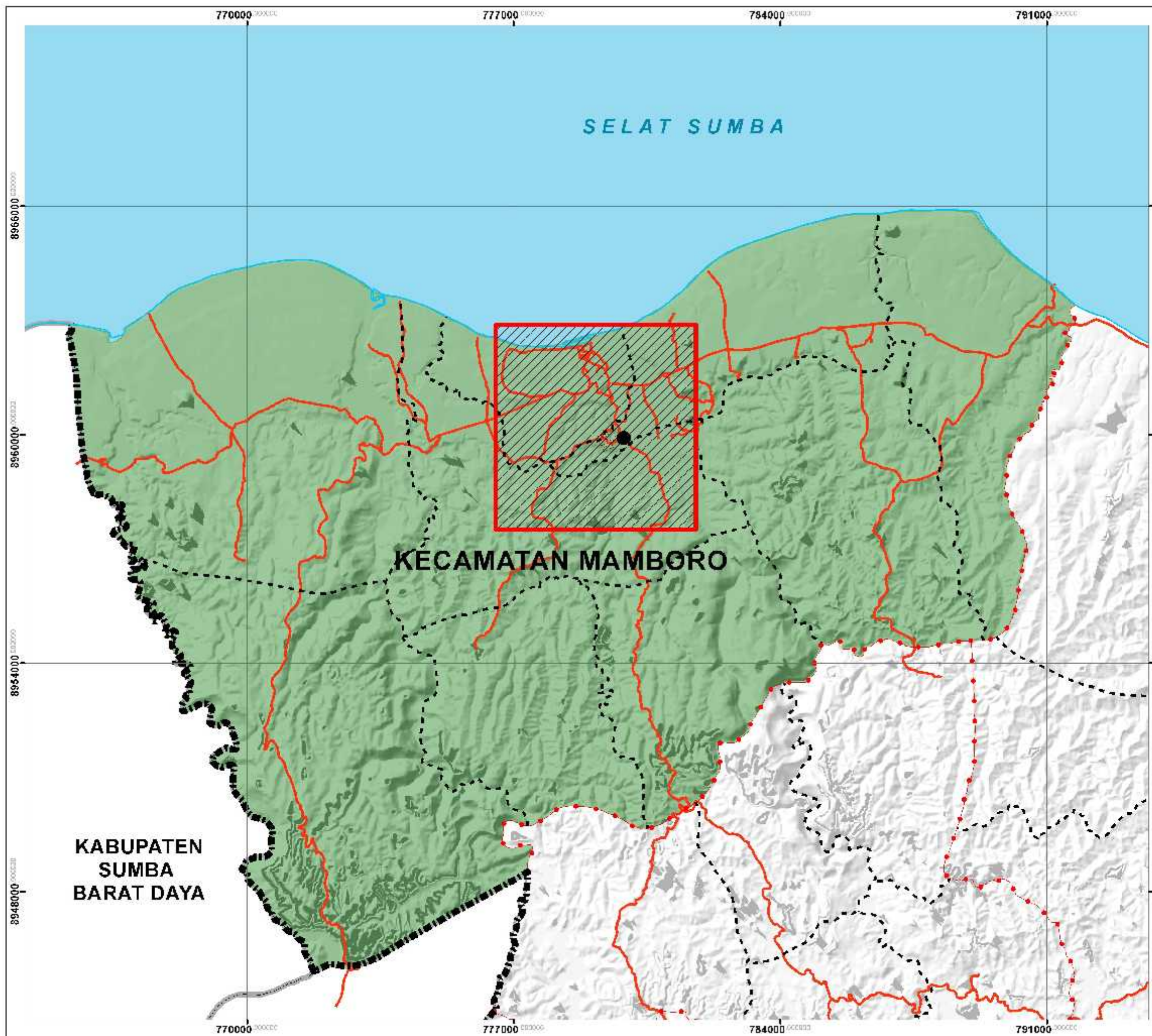
Purjito, Bambang, *Bahan Kuliah: Penyediaan Air Bersih*, Tidak diterbitkan.

Ray K, Lisley, Joseph B. Franzini, 1996 *Teknik Sumber DAYa Air*, Jilid I Edisi 3 Alih Bahasa Djongko sasongko, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Ray K, Lisley, Joseph B. Franzini, 1996 *Teknik Sumber DAYa Air*, Jilid II Edisi 3 Alih Bahasa Djongko sasongko, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Triadmodjo, Bambang, 1996, *Hidraulika I*, Edisi Revisi Cetakan Ke 11, Beta Offset, Yogyakarta.

Triadmodjo, Bambang, 1996, *Hidraulika II*, Edisi 2003, Beta Offset, Yogyakarta.



PETA LOKASI STUDY AIR BERSIH TAHUN 2014

DESA : DESA WENDEWA UTARA
KECAMATAN : KECAMATAN MAMBORO
KABUPATEN : SUMBA TENGAH
PROVINSI : NUSA TENGGARA TIMUR

KETERANGAN

SUMBER AIR

● LOKASI SUMBER AIR

DRAINASE

— SUNGAI

TRANSPORTASI

— JALAN

WILAYAH RENCANA

/// WILAYAH RENCANA

BATAS

ADMINISTRASI

--- BATAS DESA

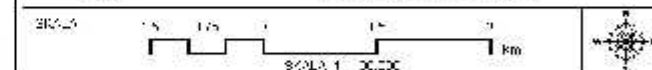
--- BATAS KABUPATEN

--- BATAS KECAMATAN



PETA ORIENTASI

SISTEM KOORDINAT : UTM
Sistem Proyeksi : GEOGRAFIS
Sistem grid : WGS 1984 UTM ZONA 50 S
Datum : WGS 1984



PETA LOKASI STUDY AIR BERSIH

SUMBER

— DATA SURVEY 2014

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II, Jl. Raya Karangrejo Km 2 Malang, Telp. (084) 1551451
Kampus III, Jl. Raya Karangrejo Km 2 Malang, Telp. (084) 117635

PROYEKSI KEBUTUHAN AIR BERSIH KECAMATAN MAMBORO SAMPAI TAHUN 2023

NO	URAIAN	SATUAN	TAHUN				
			2013	2014	2015	2016	2017
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	1.641	1.643	1.646	1.648	1.650
2	Prosentase Pelayanan Penduduk	%	25	25.061	30.561	36.061	41.561
3	Kebutuhan Air	lt/org/hr	60	60	60	60	60
4	Kebutuhan Domestik	lt/hr	24.615,0	24.710,1	30.175,9	35.657,1	41.153,9
5	Kebutuhan Non Domestik	lt/hr	4.923,0	4.942,0	6.035,2	7.131,4	8.230,8
6	Kebutuhan Sosial	lt/hr	738,5	741,3	905,3	1.069,7	1.234,6
7	Total kebutuhan	lt/hr	30.276,5	30.393,4	37.116,3	43.858,3	50.619,3
8	Faktor Kehilangan	%	30	30	30	30	30
9	Total Kebutuhan Harian Rerata	lt/hr	43.252,1	43.419,2	53.023,3	62.654,7	72.313,3
		lt/dt	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
10	Faktor Kebutuhan Harian Maksimum		1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
11	Total Kebutuhan Harian Maksimum	lt/hr	49.739,9	49.932,1	60.976,8	72.052,9	83.160,2
		lt/dt	0,58	0,58	0,71	0,83	0,96
12	Faktor Kebutuhan Jam Puncak		1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
13	Total Kebutuhan Pada Jam Puncak	lt/dt	0,78	0,78	0,96	1,13	1,31

Sumber : Hasil Perhitungan

NO	URAIAN	SATUAN	TAHUN					
			2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	1.653	1.655	1.657	1.660	1.662	1.664
2	Prosentase Pelayanan Penduduk	%	47.061	52.561	58.061	63.561	69.061	74.561
3	Kebutuhan Air	lt/org/hr	60	60	60	60	60	60
4	Kebutuhan Domestik	lt/hr	46.666	52.194	57.737	63.296	68.871	74.461
5	Kebutuhan Non Domestik	lt/hr	9.333,2	10.438,8	11.547,5	12.659,3	13.774,3	14.892,4
6	Kebutuhan Sosial	lt/hr	1.400	1.565,8	1.732,1	1.898,9	2.066,1	2.233,9
7	Total kebutuhan	lt/hr	57.399,4	64.198,7	71.017,2	77.854,9	84.711,8	91.588,1
8	Faktor Kehilangan	%	30	30	30	30	30	30
9	Total Kebutuhan Harian Rerata	lt/hr	81.999,2	91.712,4	101.453,1	111.221,2	121.016,9	130.840,2
		lt/dt	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
10	Faktor Kebutuhan Harian Maksimum		1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
11	Total Kebutuhan Harian Maksimum	lt/hr	94.299	105.469,3	116.671	127.904,4	139.169,5	150.466,2
		lt/dt	1,09	1,22	1,35	1,48	1,61	1,74
12	Faktor Kebutuhan Jam Puncak		1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
13	Total Kebutuhan Pada Jam Puncak	lt/dt	1,48	1,66	1,83	2,01	2,19	2,36

Sumber : Hasil Perhitungan

